

FACULTAD DE CIENCIAS
GRADO EN BIOLOGÍA
TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO ACADÉMICO 2018-2019

TÍTULO:

Cuestiones actuales en gestión y restauración de ecosistemas.

AUTOR:

Andreu Ibáñez Rodríguez

RESUMEN

La restauración ecológica es una disciplina creciente cuyo objetivo es recuperar aquellos ecosistemas que han sido degradados. Para lograr sus objetivos emplea conocimientos de una amplia variedad de disciplinas y ciencias. Esto, junto con el aumento de las publicaciones científicas, genera una acumulación de conocimiento. Este conocimiento, usualmente de carácter científico, no puede ser usado por gran parte de los consumidores debido a la complejidad en la que se expresa. Por otro lado, la transferencia de conocimiento es un método de divulgación que emplea diferentes recursos y herramientas para adaptarlo al contexto y necesidades de los consumidores de este. En este trabajo se emplean métodos de transferencia de conocimiento en el ámbito de la educación universitaria y la restauración ecológica. El resultado es la creación de unas fichas explicativas y un mapa interactivo, que sirven de herramienta educativa a los alumnos en las visitas a diferentes proyectos piloto. Las fichas siguen un modelo común y recopilan la información más importante de los proyectos. Este modelo puede ser aplicado a nuevos proyectos, permitiendo ampliar las visitas realizadas en la asignatura. Este modelo también permite añadir nueva información y herramientas a las fichas ya creadas. Estas fichas contienen un mapa interactivo, que incluye la localización de las visitas, una breve descripción del proyecto, la superficie restaurada en este e imágenes del lugar.

Palabras clave: Materiales didácticos; ecosistemas mediterráneos; proyectos piloto; educación universitaria; aprendizaje.

ABSTRACT

Restoration Ecology is a growing discipline seeking the recovery of degraded ecosystems. To achieve its goals, Restoration Ecology applies knowledge from a wide range of disciplines and sciences which, along with the increase in scientific publications, creates knowledge accumulation. All this knowledge, often of a scientific nature, cannot be used by a large part of its users given its great complexity. Knowledge transfer is a method for disseminating knowledge, which uses different resources and tools in order to adapt that knowledge to the context and the needs of its consumers. This work uses knowledge transfer methods in the areas of higher education and Restoration Ecology. Its outcome is the creation of explanatory sheets and an interactive map, to be used as teaching tools with the students when visiting different pilot projects. These sheets follow a common template and gather the most important data of these projects. This template can be later applied to new projects in order to extend the field visits carried out during the course. Moreover, this model allows you to add new information and tools to the existing sheets. The interactive map includes the location of the field visits, a brief description of the project, the restored area and images.

Keywords: Didactic materials; mediterranean ecosystems; pilot projects; academic education; learning.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
 - 1.1. Definición de la restauración ecológica
 - 1.2. Evolución reciente de la restauración ecológica
 - 1.3. Generación y consumo de conocimiento en la restauración ecológica
 - 1.4. Manejo del conocimiento: transferencia e intercambio de conocimiento
 - 1.5. Tipos de transferencia de conocimiento
 - 1.6. Transferencia e intercambio de conocimiento como herramientas en la educación
 - 1.7. Proyectos piloto como herramienta educativa: ¿A qué usuarios van dirigidos?
2. ANTECEDENTES
3. OBJETIVOS
4. MATERIALES Y MÉTODOS
 - 4.1. Selección de proyectos piloto
 - 4.2. Diseño de las fichas explicativas
 - 4.3. Diseño del mapa interactivo
5. RESULTADOS
 - 5.1. Fichas explicativas
 - 5.2. Mapa interactivo
6. DISCUSIÓN
 - 6.1. Fichas explicativas
 - 6.2. Mapa interactivo
7. CONCLUSIÓN
8. BIBLIOGRAFÍA

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Definición de la restauración ecológica

La Sociedad para la Restauración Ecológica (SER, por sus siglas en inglés) define la restauración ecológica como el proceso por el cual se promueve la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido. La recuperación se hace con respecto a la salud, integridad y sostenibilidad del ecosistema, intentando devolver el mismo a su trayectoria histórica (SER, 2002). Por otra parte, el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD, por sus siglas en inglés) amplía la definición de esta manera: “La restauración ecológica se refiere al proceso de gestión o ayuda a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido como forma de sustentar la resiliencia de los ecosistemas y conservar la biodiversidad. La degradación se caracteriza por un descenso o pérdida de la biodiversidad o de las funciones del ecosistema. La degradación y restauración dependen del contexto y hacen referencia al estado y procesos de los ecosistemas” (CBD, 2016). Es importante poder llevar a la práctica la definición de restauración ecológica y decidir qué acciones pueden ser clasificadas como restauración y cuáles no (Eftec, 2017). Para esto Eftec (2017) propone usar como criterios:

- Los nueve atributos de los ecosistemas restaurados (SER, 2002).

Los atributos de los ecosistemas restaurados indican que características tiene un ecosistema restaurado correctamente. Estos hacen referencia a la diversidad y composición de especies, las condiciones físicas y ambientales y el funcionamiento del ecosistema. Su objetivo es asegurar que la restauración se ha realizado con éxito. Un ecosistema se considera restaurado cuando posee suficientes recursos bióticos y abióticos como para continuar su desarrollo por sí solo, presentando valores de resiliencia, perturbaciones y estrés normales (SER, 2002).

- Los bienes y servicios ecosistémicos y sus tres categorías (MEA, 2003).

Los servicios ecosistémicos son los beneficios que obtenemos de los ecosistemas (MEA, 2003). Estos beneficios se pueden llegar a evaluar en términos monetarios, lo cual es muy importante a la hora de planificar la conservación y manejo de los ecosistemas y para asegurarse de que las acciones humanas no dañan los procesos ecológicos necesarios que garantizan el flujo de servicios ecosistémicos de los cuales depende su bienestar (Ojea et al., 2010). Los servicios se dividen en tres categorías: servicios de aprovisionamiento, servicios de regulación y servicios culturales. Los primeros se refieren a los productos obtenidos de los ecosistemas. El agua, la comida, combustibles o sustancias bioquímicas empleadas en fármacos son algunos ejemplos. Los servicios de regulación son los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos de los ecosistemas como la polinización, la regulación climática y el mantenimiento de la calidad del aire. Los servicios culturales son los beneficios no materiales que ofrecen los ecosistemas. Varían según el contexto cultural y personal. Atienden a creencias religiosas o espirituales, al ocio, la inspiración y el arte o al simple disfrute del paisaje. (Millennium Ecosystem Assessment, 2003)

- Los cuatro niveles de estado de un ecosistema (Lammerant et al., 2013).

Son una manera de clasificar los ecosistemas en diferentes grados de degradación. Los niveles van de menor grado de perturbación (nivel 1) a mayor (nivel 4; Tabla 1). Sirven como referencia en los proyectos de restauración. Aquellas acciones que lleven a un ecosistema de un nivel a otro superior serán consideradas como restauración. El uso de estos niveles ayuda a establecer metas a largo plazo y realizar los proyectos en diferentes etapas (Lammerant et al., 2013; Eftec, 2017).

Tabla 1. Niveles de estado de un ecosistema y el grado de perturbación que indican.

Nivel	Grado de perturbación
1	No perturbado
2	Usado de manera amplia
3	Intensamente usado
4	Altamente degradado

Los métodos empleados para la restauración de un ecosistema son muy variados y dependen de muchas circunstancias, tales como la perturbación que ha originado la degradación del ecosistema, su duración en el tiempo, el contexto cultural y las limitaciones económicas a la hora de realizar el proyecto. En algunos casos es suficiente con eliminar la fuente de degradación, permitiendo que el ecosistema se recupere por sí mismo. En otros, más complejos, en los que las perturbaciones son más intensas y el ecosistema está más degradado son necesarias otras intervenciones, como la reintroducción de especies autóctonas, la eliminación de especies exóticas o invasoras, la modificación de la geomorfología y la aplicación de suelo o incluso la integración de las actividades humanas con el entorno restaurado (SER, 2002; Nunes, 2016). La restauración ecológica está considerada como un componente esencial de la gestión de los sistemas de producción y de la conservación de la biodiversidad (Hobbs y Norton, 1996). Es por esto que el desarrollo de esta disciplina y sus aplicaciones son esenciales para resolver problemas actuales como la falta de recursos en algunas zonas, el cambio climático y sus consecuencias y la pérdida de hábitat y biodiversidad. La restauración ecológica es una ciencia que hace uso de otras disciplinas y ciencias como la ecología, la sociología, la política, la gestión territorial o la genética (Bell et al., 1997; Lesica y Allendorf, 1999; Hagen, 2003; McKay et al., 2005; Aradottir y Hagen, 2013).

1.2. Evolución reciente de la restauración ecológica

El número de libros y artículos de revistas académicas que tratan de restauración ecológica ha aumentado de forma exponencial en las últimas décadas (Fig. 1; Perera et al., 2006). Desde que se publicó el primer volumen de la revista *Restoration and Management Notes* hace ya casi 40 años se ha realizado un gran esfuerzo para formalizar la restauración como ciencia, ligándola de manera explícita a la ecología (Hobbs and Norton 1996; Davis y Slobodkin 2004; Vaughn et al. 2010). Hoy en día existen diversas revistas dedicadas exclusivamente a la restauración ecológica como *Ecological Management and Restoration*, *Ecological Restoration* y *Restoration Ecology*, siendo esta última la revista vinculada a la Sociedad para la Restauración Ecológica.

Durante este período también han surgido algunas organizaciones cuyo principal objetivo es coordinar proyectos, reunir a profesionales y generar conocimiento para llevar a cabo restauraciones más exitosas y avanzar en la investigación en esta área. Una de ellas es la SER, Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (www.ser.org). Fundada en 1988, reúne a una comunidad integrada por profesionales del ámbito de la restauración ecológica, procedentes de numerosos países, que busca la recuperación de ecosistemas degradados usando la experiencia, conocimientos y perspectivas culturales de sus miembros. Esta organización ha contribuido a establecer las bases teóricas de la restauración ecológica, y ha publicado diversas guías para aumentar el éxito de los proyectos de restauración.

En este contexto, también destaca la iniciativa Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, por sus siglas en inglés), surgida en 2001, con la intención de evaluar las

consecuencias de los cambios en los ecosistemas para el bienestar humano y las bases científicas para las acciones necesarias para mejorar la conservación y el uso sostenible de los mismos. Estas entidades han tenido mucha influencia en la política y en la ciencia, llevando los proyectos de conservación, gestión y restauración de los ecosistemas hacia nuevas direcciones (Carpenter et al., 2009). A pesar de ser una ciencia joven, es evidente que la restauración ecológica en poco tiempo ha tomado fuerza, siendo considerada por la Comisión de la Gestión de Ecosistemas (CEM, por sus siglas en inglés) de la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza (UICN) como una de sus 19 áreas de prioridad (UICN, 2019).

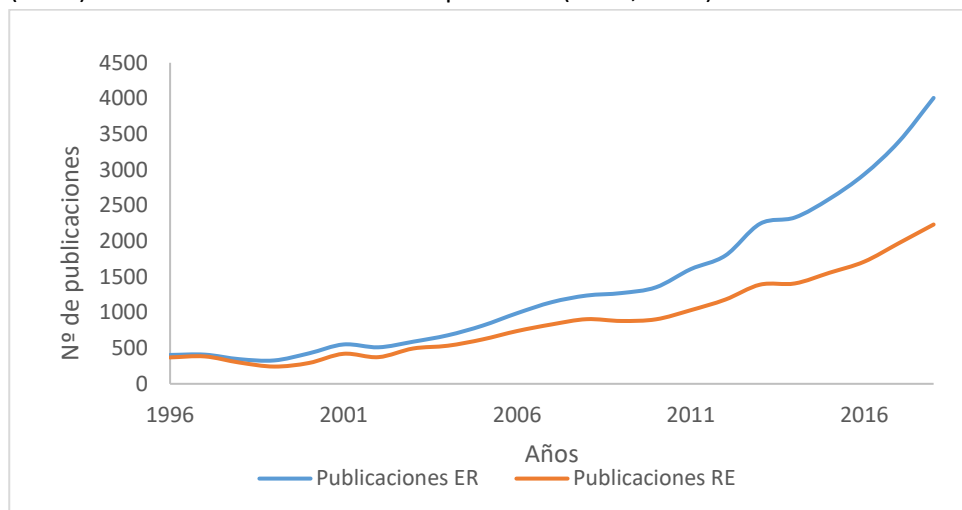


Figura 1. Número de resultados por año de la búsqueda de “Ecological Restoration” (ER) y “Restoration Ecology” (RE) en ScienceDirect.

1.3. Generación de consumo y conocimiento en la restauración ecológica

Como se ha mencionado anteriormente, la restauración ecológica, cada vez más, integra conocimientos de otras áreas de la ciencia, incluyendo las ciencias sociales. Por un lado, se emplean conocimientos de múltiples áreas científicas como la ecología, la genética, la edafología o la botánica, y herramientas como los SIG para los aspectos técnicos y prácticos de los proyectos. Por el otro, la restauración ecológica implica una parte más humana y económica. En los proyectos de restauración hay gente interesada como aquellos que financian el proyecto, ya sea una entidad privada como una empresa, pública (implicando intereses políticos) y ONGs. También están aquellos que se benefician del proyecto debido a los nuevos recursos que puede ofrecer el ecosistema restaurado: caza, pesca, senderismo, aprovechamiento del agua, observación de aves y un largo etcétera. Además, los habitantes de la zona también se pueden ver beneficiados por la mejora del paisaje donde viven. Esto hace que la restauración ecológica sea una ciencia que abarca muchas disciplinas, a parte de la ecología.

Esta implicación en diferentes disciplinas y el incremento del número de publicaciones relacionadas con esta temática, dan lugar a una gran producción de conocimiento en el ámbito de la restauración ecológica. Todo este conocimiento es usado por numerosos consumidores (que, en muchos casos, son también productores de conocimiento) para diferentes fines. El creciente uso del conocimiento científico para apoyar las acciones políticas también ha marcado el aumento de la demanda, generación y consumo de conocimiento. Desde el punto de vista de la gestión forestal, esta dinámica crea más oportunidades a la hora de desarrollar políticas forestales, en la gestión del territorio y los recursos (Perera et al., 2006).

Davies et al. (2008) hablan de dos tipos de consumidores del conocimiento: directos e indirectos. Los consumidores directos son (i) los propios investigadores, que necesitan del conocimiento para poder llevar a cabo sus investigaciones, (ii) los participantes y profesionales de la restauración de ecosistemas, a la hora de tomar decisiones sobre cómo realizar el proyecto, y (iii) los políticos a la hora de tomar las decisiones administrativas. Otro grupo de consumidores directos son los estudiantes, que necesitan de la información para pasar a formar parte del grupo de los investigadores o profesionales (Tabla 2). El consumo de conocimiento indirecto es empleado, de manera más sutil, cambiando la percepción, ideas o creencias que poseen los políticos y los profesionales influyendo esto en los motivos de las acciones y la toma de decisiones.

Tabla 2. Diferentes grupos de consumidores directos del conocimiento en el ámbito de la restauración ecológica y los usos que le dan.

Grupos	Usos
Investigadores	Generación de nuevo conocimiento. Formación.
Participantes y profesionales	Elaboración de proyectos. Toma de decisiones en los proyectos. Gestión ambiental y del territorio.
Estudiantes	Formación como profesionales o investigadores.
Políticos	Toma de decisiones. Legislación.

1.4. Manejo del conocimiento: transferencia e intercambio de conocimiento

Algunos autores destacan que la acumulación de conocimiento no es suficiente para que sea utilizado, y que es necesario diseñar procedimientos y herramientas para gestionarlo y transferirlo de forma eficiente (Fazey et al., 2012; Pullin y Knight, 2001; Cash et al., 2003). Aunque la producción del conocimiento relativo a la restauración ecológica y la importancia social de la misma hayan aumentado, los profesionales de esta disciplina encuentran dificultades a la hora de aplicar el conocimiento generado. Existen diferentes razones para que esto ocurra. El conocimiento no está adaptado al uso, la información generada a modo de artículos científicos puede ser excesivamente compleja para el usuario y difícil de manejar, creando una brecha entre las fuentes de conocimiento y los potenciales usuarios. En otras ocasiones, el conocimiento tampoco está adaptado a las necesidades u objetivos de los usuarios. Esto deja entrever la necesidad, no solo de la producción de conocimiento, sino de la síntesis y la preparación de éste, para su correcta aplicación. Esta actividad de síntesis y adecuación de la información para su uso no suele tenerse en cuenta, pero debería ser prioritaria e igual de importante que la generación de conocimiento debido a que los gestores ambientales tienen una gran necesidad de este conocimiento para llevar a cabo estrategias de gestión, protección y conservación y tomar decisiones políticas (Perera et al., 2006). Para afrontar este problema, se recurre a la transferencia de conocimiento, considerada un proceso clave para aumentar el impacto social, ecológico y económico de la investigación (Fazey et al., 2012). La transferencia de conocimiento es un proceso por el cual se divulga, comparte y distribuye el conocimiento,

empleando diversos métodos, adaptados al contexto, objetivo y participantes involucrados (Massa y Testa, 2009; Fazey et al. 2012). Se considera una herramienta fundamental para asegurar la aplicación de conocimientos (Perera et al., 2006).

Los métodos de transferencia de conocimiento han ido variando con el tiempo. Por ejemplo, han evolucionado desde una transferencia lineal y unidireccional, en la que un grupo de productores (p. ej. investigadores) entregaba el conocimiento a un grupo de consumidores o usuarios, ajeno al primero; hasta un intercambio de conocimiento bidireccional donde ambos grupos intercambian conocimiento de forma recíproca. Es lo que se conoce actualmente como intercambio de conocimiento. Si bien la transferencia de conocimiento se ha considerado lineal, en el intercambio de conocimiento, este puede recorrer varios caminos y en direcciones diferentes. En este caso, los usuarios del conocimiento pueden informar a los productores y hacer una valoración del conocimiento que se les ha transferido o hacer a los productores conocedores de las necesidades de los usuarios. Esto ofrece una ventaja con respecto a la transferencia lineal: los creadores de conocimiento pueden saber qué tipo de conocimiento necesitan los diferentes grupos de consumidores a los que se dirigen, aumentando la eficiencia a la hora de generar un conocimiento para los consumidores. Esto permite alcanzar los objetivos de los consumidores con mayor facilidad. Además, los productores y consumidores de conocimiento intercambian sus roles, aportando colectivamente al avance del conocimiento común.

Así mismo, los grupos implicados en la transferencia e intercambio de conocimiento también han evolucionado. Si antes solo encontrábamos a los creadores de conocimiento y a los usuarios o consumidores de éste, con el tiempo ha aparecido un nuevo grupo: los especialistas en la transferencia de conocimiento. Los consumidores, por lo general, son personas individuales o grupos que reciben conocimiento para su aplicación y que informan a los productores sobre su aplicabilidad y sus necesidades. Los productores son aquellos que generan el conocimiento, para que este se aplicado por los profesionales de la restauración y que reciben el *feedback* de los consumidores. Los especialistas en transferencia o facilitadores son aquellos que median entre los productores y los consumidores para acelerar y mejorar la transferencia mutua (Perera et al., 2006).

También es importante entender que el conocimiento no es algo fijo o inerte y que, con la investigación y la experiencia, aquello que se tomaba por cierto en el pasado puede resultar ser de otra manera. El no tener en cuenta este principio básico de la ciencia puede limitar el éxito de los procesos de transferencia e intercambio de conocimiento (Perera et al., 2006; Fazey et al., 2012; Davies et al., 2008). Otros dos aspectos importantes de la transferencia de conocimiento son la eficiencia y la efectividad. Mientras que la efectividad se refiere a si el proceso de transferencia de conocimiento cumple unos objetivos o expectativas, la eficiencia hace referencia al esfuerzo que es necesario para cumplir estos objetivos. La efectividad y la eficiencia son importantes en la gestión ambiental (Laycock, 2009).

La efectividad se calcularía mediante la siguiente fórmula, extraída y adaptada de Laycock (2009), donde E_i =Efectividad total de la transferencia, N =Objetivo, M_n =Porcentaje del objetivo que se ha cumplido e I_n =Contribución porcentual de ese objetivo a la efectividad total:

$$E_i = \sum_{n=1}^n [M_n I_n / 100]$$

También es importante que la efectividad del intercambio de conocimiento tenga en cuenta la satisfacción de los participantes. Para esto, los métodos de transferencia deben

promover sentimientos positivos en los participantes. Si se sienten más incluidos e implicados y mejora la percepción de ellos mismos como profesionales, investigadores o facilitadores, mostrarán mayor motivación para seguir participando en los procesos de transferencia de conocimiento, lo cual es positivo para los proyectos (Fazey et al., 2012).

Por otro lado, la existencia de diferentes grupos de consumidores y la diferencia de perspectivas filosóficas y culturales, objetivos y ambientes científicos y tecnológicos de estos, complica la tarea de transferir conocimiento. Al haber grupos de consumidores con conocimientos dispares, con diferentes culturas, necesidades y prioridades, la manera de consumir el conocimiento es diferente. La consecuencia es que cada grupo necesita métodos y herramientas propios para la transferencia o intercambio del conocimiento (Perera et al., 2006; Schneider et al., 2009; Fazey et al., 2012). La información transferida no será la misma, ni se transferirá del mismo modo a un grupo de agricultores que a unos alumnos de biología o a unos políticos. Los miembros de los diferentes grupos tienen bases diferentes de conocimiento, diferentes visiones sobre un mismo tema y distintos intereses.

Perera et al. (2006) indican que, para una transferencia de conocimiento adecuada, desde una fuente generadora de conocimiento hasta un grupo de consumidores, deben darse una serie de factores o circunstancias que lo permitan: (i) la existencia de una infraestructura que transfiera el conocimiento (bases de datos, SIG, personal capacitado), (ii) que los consumidores conozcan la existencia de ese conocimiento, (iii) reconocer la importancia y valor de ese conocimiento, (iv) reconocer aplicabilidad de este conocimiento, (v) realizar la transformación necesaria para hacer aplicable el conocimiento y (vi) aplicar el conocimiento de manera adecuada.

1.5. Tipos de transferencia de conocimiento

Szulanski (2000) señala que las cuatro etapas principales de la transferencia de conocimiento son la iniciación, la implementación, el refuerzo y la integración. La iniciación implica la detección de un problema y la decisión de resolverlo. Esto conduce a la transferencia de conocimiento para que el problema pueda ser resuelto. En esta etapa se abordan las siguientes cuestiones: qué conocimiento va a ser transferido, cómo y porqué. Sus respuestas son de gran importancia para evitar problemas en las etapas siguientes. La implementación es la etapa en la que se produce la transferencia o el intercambio del conocimiento. En esta etapa se intenta adaptar el conocimiento a los usuarios para evitar problemas en su asimilación. Los procesos de aprendizaje llevados a cabo por los usuarios suelen interrumpir sus actividades normales, por ejemplo, los trabajadores de una empresa pausarán su trabajo para aprender a realizar una tarea nueva o, en el contexto de la restauración ecológica, los profesionales y participantes realizarán su aprendizaje antes de iniciar un proyecto. En la etapa correspondiente al refuerzo, los conocimientos adquiridos se aplican, se detectan y se resuelven aquellos problemas que no estaban previstos en la iniciación. Estos problemas suelen aparecer debido a dificultades en la asimilación previa del conocimiento o a que el conocimiento aprendido choca con las creencias y costumbres de los usuarios dando lugar a una mala interpretación y aplicación. La integración es la etapa final en la que los usuarios se acostumbran al nuevo conocimiento asimilado, sus aplicaciones y a las acciones derivadas de estos. Cuando la transferencia o intercambio de conocimiento implica a diferentes grupos, si uno de ellos falla en alguna de las etapas mencionadas, puede causar problemas a los otros grupos en las mismas etapas o en las posteriores.

En la etapa de la implementación se dan dos procesos cognitivos muy importantes para que la transferencia de conocimiento sea exitosa: la codificación y la interpretación. La codificación consiste en el proceso de seleccionar, organizar y estructurar la información y adaptarla al usuario para su asimilación y correcta interpretación. Aunque asimilación e interpretación parezcan conceptos iguales difieren en algunos matices. La RAE define asimilar como “comprender lo que se aprende, incorporarlo a los conocimientos previos” e interpretar como “Concebir, ordenar o expresar de un modo personal la realidad”. Esto quiere decir que, aunque dos personas asimilen o entiendan el mismo conocimiento, estas pueden interpretarlo cada una de un modo diferente por lo que las aplicaciones que le darán a este conocimiento podrán ser también diferentes. En el ámbito de la restauración ecológica, diferencias en la interpretación por parte de los participantes, puede causar problemas, como discrepancias en la manera de alcanzar los objetivos (Ker Rault y Jeffrey, 2008). La responsabilidad de la codificación recae en los creadores del conocimiento y en los especialistas de la transferencia mientras que la interpretación depende de los usuarios. La codificación correcta del conocimiento influye en la asimilación e interpretación de éste. Por esto, es conveniente que los generadores y especialistas de la transferencia sean conscientes de la situación cognitiva de aquellos que van a recibir el conocimiento, como por ejemplo, el nivel académico, la cultura, las creencias u objetivos, para que la codificación se adapte a las necesidades y para que la asimilación del conocimiento sea sencilla y no se de una interpretación errónea. Cuando la situación cognitiva es similar entre los que transfieren el conocimiento y quienes lo reciben es más fácil una correcta interpretación. En cambio, si la situación es diferente y el conocimiento contrasta con las creencias de los usuarios se puede fracasar en la asimilación y la interpretación (Garavelli et al., 2002; Gerlak y Heikkila, 2011). Por esto, los medios y herramientas para la transferencia de conocimiento deben adaptarse para abordar estos problemas.

Perera et al. (2006) clasifican las diferentes modalidades de transferencia e intercambio de conocimiento en cinco tipos de actividades diferentes:

- Reunión. Este método consiste en la interacción directa entre los generadores del conocimiento y los usuarios y favorece la concienciación, la educación, el entrenamiento y el *feedback*.
- Concienciación. Son procesos por los cuales los desarrolladores del conocimiento y los expertos en la transferencia dan a conocer a los usuarios la existencia del conocimiento y las herramientas que permiten su aplicación.
- Educación. Es el conjunto de actividades desarrolladas con la intención de aumentar el entendimiento del nuevo conocimiento por parte de los usuarios.
- Entrenamiento. Consiste en la práctica de nuevas actividades por parte de los usuarios, guiados por expertos y profesionales con el fin de desarrollar nuevas competencias.
- Feedback. Es el proceso por el cual los usuarios comparten su experiencia de la transferencia a los generadores de conocimiento y profesionales de la transferencia. El objetivo es hacer conscientes a estos de los objetivos y necesidades de los usuarios y de la efectividad de los métodos y herramientas de la transferencia con el fin de mejorarla.

La educación como actividad para la transferencia de conocimiento, será discutida en el siguiente apartado, ya que, tras una revisión de la literatura, no parece tan apropiado tomarla como una herramienta para la transferencia de conocimiento, sino más bien al contrario.

Las herramientas de transferencia de conocimiento pueden ser cualquiera que permita codificar el conocimiento y lo haga accesible a los usuarios. Estas herramientas se

pueden dividirse en materiales y humanas. Ambas pueden emplearse solas o combinadas, complementándose la una a la otra.

Las herramientas materiales son aquellas que permiten el aprendizaje por cuenta del propio usuario y pueden ser en formato físico o digital. Pueden incluir texto, tablas, figuras y material audiovisual. Estas herramientas pueden ser guías, manuales, libros, páginas web, videos o imágenes explicativas o incluso aplicaciones para el teléfono. El uso del formato físico tiene la ventaja de que se puede emplear en situaciones en las que no es accesible un dispositivo electrónico. Por otro lado, el formato digital ofrece ventajas como la posibilidad, por parte del usuario, de interactuar con la herramienta, emplear internet para acceder a más información o interactuar con otros usuarios o con los transferidores del conocimiento. Dentro del formato digital podemos encontrar un tipo de herramientas muy útil: el hipertexto. El hipertexto es una herramienta informática que gestiona la información, mediante asociaciones para transmitir información y conocimiento. La estructura de esta información no es lineal, sino que mediante enlaces multidireccionales se va ligando la información permitiendo al usuario acceder a la información complementaria que más le convenga. La información proporcionada al usuario en los enlaces puede ser mediante texto, imágenes, videos, enlaces a internet o cualquier otro tipo de material y formato que se adecúe mejor al contexto y los objetivos. El hipertexto permite al codificador estructurar y relacionar la información libremente, ayudando al usuario familiarizarse con los nuevos conocimientos y orientándolo hacia la interpretación deseada (Garavelli et al., 2002; Wardrip-Furin, 2004).

Las herramientas humanas son las que basan la transferencia del conocimiento en la interacción entre los poseedores del conocimiento y aquellos que van a recibirlo. Estas herramientas humanas pueden ser expertos o investigadores, profesionales en el ámbito del conocimiento que se quiere transferir o profesionales de la transferencia de conocimiento. Estas personas se encargan de transferir sus conocimientos a los usuarios mediante eventos de varios tipos.

Los eventos son actividades variadas cuyo objetivo es mejorar la transferencia de conocimiento. Por lo general implican casi siempre el uso de herramientas humanas, pero también pueden incluir los materiales. Los eventos también pueden requerir de una participación activa de los usuarios, acelerando los procesos de aprendizaje. Estos eventos pueden ser de duración variada. Las actividades pueden ser clases y cursos teóricos impartidos por un profesor o un experto o la práctica de nuevas actividades y de las diferentes aplicaciones del conocimiento. El lugar donde suceden los eventos pueden ser aulas, laboratorios o empresas con materiales y profesionales formados que pueden compartir su experiencia, áreas naturales (especialmente en el ámbito de la restauración ecológica) o cualquier otro lugar que por sus características y circunstancias pueda favorecer la transferencia a los usuarios.

La forma en la que se transfiera la información depende de muchos factores. Uno de ellos son los relacionados con la codificación e interpretación, ya mencionados. También dependerá de la disponibilidad de herramientas, y de la posibilidad de usarlas en el contexto en el que se realiza la transferencia. Por ejemplo, en el ámbito de la restauración ecológica, si la transferencia se quiere realizar en un área natural donde se va a realizar un proyecto, no tiene mucho sentido que el formato requiera de un ordenador.

1.6. Transferencia e intercambio de conocimiento como herramientas en la educación

Como se ha comentado en el apartado anterior, Perera et al. (2006) mencionan la educación como una herramienta de la transferencia e intercambio de conocimiento, es decir,

emplear la educación para transferir conocimiento. Por otro lado, Becheikh et al. (2010) y Gerlak y Heikkila (2011) califican la transferencia de conocimiento como una herramienta para mejorar la educación, haciendo más accesible el conocimiento generado en la investigación a los alumnos y alumnas. Ambas visiones evidencian la gran relación que existe entre ambas disciplinas. A priori pueden parecer lo mismo, pero no toda transferencia de conocimiento es educación, ni la educación puede limitarse sólo a la transferencia de conocimiento.

La educación a lo largo de la historia ha ido variando en cuanto a métodos y objetivos. Algunas concepciones de la educación se basan en inculcar a los más jóvenes valores y conocimientos determinados por la sociedad. Otras, en desarrollar las virtudes personales y sociales de los más jóvenes y despertar la curiosidad intelectual o en potenciar el pensamiento crítico (Kohlberg y Mayer, 1972). Al mismo tiempo hay corrientes que afirman que la educación debe formar a las personas para un empleo, mientras que otras sostienen que la educación debe dar una formación de carácter más general. A pesar de ello, todas estas diferentes visiones parecen tener en común un objetivo: el desarrollo de la persona y la adquisición de unos valores y conocimientos (Delval, 1990).

Esto deja entrever que la educación es mucho más que la transferencia del conocimiento, ya que persigue también el desarrollo de los valores culturales y de las habilidades sociales y personales del individuo. Así mismo, no todas las acciones relacionadas con la transferencia o intercambio de conocimiento implican un proceso educativo (por ejemplo, actividades para una mayor comprensión de los diferentes grupos a los que se les quiere transferir el conocimiento). A pesar de ello ambas disciplinas comparten el objetivo común de fomentar el aprendizaje de conocimientos entre individuos que antes no los poseían.

Debido a lo mencionado anteriormente, es más razonable interpretar la transferencia y el intercambio de conocimiento como una herramienta para la educación, y no al contrario. Todas las herramientas de la transferencia de conocimiento que se han explicado anteriormente pueden ser adaptadas al contexto de la educación para mejorar el aprendizaje de los alumnos. Los libros de texto, que contienen conocimiento adaptado para los alumnos y que varían el grado de complejidad y cantidad de información dependiendo de la edad del alumno son claros ejemplos de la codificación de la información y de herramientas materiales. Por otro lado, los profesores son un ejemplo de herramientas humanas y las clases impartidas por ellos un ejemplo de eventos de transferencia de conocimiento. Debido a esto, la implementación de las herramientas y métodos de la transferencia de conocimiento pueden ayudar a mejorar la educación en el ámbito del aprendizaje.

1.7. Proyectos piloto como herramienta educativa: ¿A qué usuarios van dirigidos?

Los proyectos piloto son una herramienta que se ha usado en el ámbito de la restauración ecológica con diversos fines. Son proyectos con carácter demostrativo cuyo objetivo principal es aplicar innovaciones en una restauración real para ver su eficacia en el campo (Vreugdenhil et al., 2011). Esto último es muy importante ya que permite ver el desarrollo de estas innovaciones en situaciones reales, ya que los modelos ecológicos no siempre se corresponden con la realidad. Las respuestas institucionales y sociales tampoco son siempre previsibles. En el contexto en el que realiza el proyecto hay leyes, normas y percepciones sociales que pueden condicionarlo. A veces, el proyecto puede acabar influyendo en ellas y cambiarlas. Las innovaciones pueden ser ideas, métodos o herramientas nuevas que aportan mejoras a la hora de restaurar un ecosistema, gestionar la restauración o gestionar el ecosistema tras la restauración (Borsje et al., 2010; Vreugdenhil et al., 2011). Las innovaciones

no tienen por qué ser aplicadas directamente en el ecosistema, sino que también pueden ser nuevas maneras de organizar a los participantes del proyecto, relacionarse con la gente involucrada o influir en la sociedad (Vreugdenhil et al., 2010). Otro objetivo común a este tipo de proyectos es la difusión de las innovaciones (Vreugdenhil et al., 2010; Vreugdenhil et al., 2011).

Los proyectos piloto pueden ser muy variados. No todos comparten la misma escala espacial o temporal, ni el grado de innovación es el mismo. A veces la innovación puede ser solo una mejora en una herramienta o modelo ya existente. Además, estas innovaciones pueden ser extrapolables a otros proyectos y situaciones, mientras que en algunos han sido desarrolladas específicamente para el contexto de ese proyecto. Al mismo tiempo cada proyecto está enfocado de una manera diferente. Algunos solo buscan generar conocimiento nuevo, otros transferirlo, otras veces la intención es generar un cambio social. Los grupos e instituciones implicados, no son siempre los mismos y algunos proyectos tienen mayor grado de participación ciudadana (o de cualquier otro grupo) y mayor aceptación social que otros (Vreugdenhil et al., 2011).

Los proyectos piloto generan conocimiento sobre los ecosistemas locales como por ejemplo las especies presentes en la zona, las interacciones entre ellas, cuales son de especial importancia o los recursos que ofrecen. También permiten conocer el uso que se le ha dado a cada zona del territorio local, lo cual es importante a la hora de llevar a cabo políticas y programas de gestión (Olson et al., 2004). El conocimiento local de la zona es muy importante ya que puede ser transmitido a los ciudadanos. Esto permite la concienciación de la ciudadanía acerca de problemas ambientales y de la importancia de los ecosistemas, lo que genera una mayor aceptación de los nuevos proyectos y medidas (Vreugdenhil et al., 2010; Vreugdenhil et al., 2011). Esta nueva valoración de los ecosistemas puede llevar a los ciudadanos a colaborar con los proyectos de restauración, por ejemplo, mediante el voluntariado (Olson et al., 2004).

Los proyectos piloto también son muy útiles para generar nuevas políticas y cambios en la gestión del territorio basados en las nuevas visiones, perspectivas y evidencias que suelen ofrecer las innovaciones empleadas en este tipo de proyectos (Vreugdenhil y Ker Rault, 2010). Algunos de los beneficios de estos cambios son la creación de estructuras de gobierno y gestión que permiten la gestión conjunta del área en la que se lleva a cabo el proyecto, intercambiado información y conocimiento, fomentando y coordinando la colaboración entre las entidades implicadas en la gestión, expertos y diferentes instituciones. Estas instituciones pueden ser tanto públicas como privadas y de ámbitos muy variados (internacional, nacional, regional o local). Algunos ejemplos de estas instituciones son la UNESCO, la Unión Europea, los Ministerios, la administración regional, la administración local, los bancos, los museos, Universidades, colegios, fundaciones y asociaciones de varios tipos. La concienciación ciudadana también puede acabar influyendo a la actividad política mediante activismo o mediante el voto de diferentes candidatos con políticas de gestión ambiental diferentes. Tanto la concienciación ciudadana como los cambios en la política y la gestión del territorio influyen positivamente en la biodiversidad de la zona debido a las medidas tomadas. Estas medidas también pueden contribuir a hacer más visible el entorno de la zona, convertirlo en una atracción de turismo y ocio en la naturaleza lo cual puede repercutir aún más en valoración del entorno natural por parte de los ciudadanos. Los proyectos piloto también sirven para mostrar que es necesario aplicar las nuevas tecnologías en ecosistemas similares. Esto ofrece la oportunidad de extender la conservación del entorno creando una red de protección de ecosistemas del mismo tipo en la

zona, mediante el uso de las nuevas tecnologías en su restauración. También se mejoran los servicios ecosistémicos (Olson et al., 2004).

Los proyectos piloto tienen varias maneras de enfocar el conocimiento. Algunos tienen como objetivo principal generar conocimiento nuevo, otros priorizan la difusión de este. Además, el tipo de conocimiento manejado no siempre es el mismo. En los proyectos que se centran en la generación de conocimiento, éste es más técnico y trata acerca de las innovaciones, nuevas herramientas y métodos. En los que se centran en difundir el conocimiento tratan de adaptarlo con el fin de generar aprendizaje social, promover la participación de los ciudadanos y mejorar el entendimiento del sistema socio-ecológico (Vreugdenhil et al., 2010). Este segundo tipo de proyectos también genera conocimiento, más de tipo social, el cual permite mejorar la eficacia en la integración de la sociedad en el medio natural e influir en la toma de decisiones políticas y administrativas a la hora de gestionar el territorio.

Todo este conocimiento puede ser transferido a los diferentes grupos de usuarios, descritos anteriormente (Tabla 2). Para el grupo de los alumnos, este conocimiento, suele ser transferido con fines educativos y académicos. Los alumnos de Universidad son un grupo de público potencial para los proyectos piloto. Una característica que diferencia a los alumnos de muchos de los otros grupos es la predisposición a aprender, ya que tienen el objetivo de formarse y ser capaces de aplicar lo aprendido. A la hora de la transferencia de conocimiento, los alumnos no presentan muchas barreras como consumidores del conocimiento. Su objetivo es aprender y, además, presentan un nivel académico que facilita la transferencia (conocen conceptos y terminología, poseen una base teórica, etcétera). Además, los alumnos, en la universidad, especialmente en clases reducidas, suelen tener una relación con cierta cercanía con los profesores, lo que aumenta la efectividad en la organización entre los profesores y alumnos a la hora de producirse la transferencia (Szulanski, 2000).

Los proyectos piloto ponen gran variedad de conocimientos a disponibilidad del alumnado: (i) herramientas y metodologías básicas para la restauración de ecosistemas, (ii) innovaciones en la restauración ecológica, (iii) la oportunidad de ver en el campo lo que se ha aprendido en clase, (iii) comprender mejor las relaciones que hay entre la sociedad y un ecosistema, (iv) la oportunidad de aprender acerca de los casos concretos relacionados con ese proyecto y el área en la que se lleva a cabo, (v) entender que en la restauración ecológica hay muchos actores e intereses involucrados que la condicionan, (vi) aprender acerca de la organización de los participantes y de la importancia de esta para el éxito de las restauraciones y (vii) comprender que la restauración ecológica tiene funciones en la política y la gestión de los espacios naturales.

Los proyectos piloto no solo sirven de educación en la restauración de ecosistemas en un aspecto ecológico y técnico. También ofrecen la oportunidad de aprender en el ámbito de la gestión, la política y la dinámica social, áreas que están muy relacionadas con la restauración ecológica y que son conocimientos necesarios para poder dedicarse profesionalmente a esta. Además, son una oportunidad para llevar a cabo lo que se conoce como educación basada en un lugar. La educación basada en un lugar pretende reforzar la conexión entre los alumnos y el resto de la población, la región o la tierra. Busca reemplazar la educación estándar y pone especial énfasis en la red de conexiones entre el ser humano y las comunidades naturales. La conexión con las experiencias del mundo real permite a los alumnos a relacionar los problemas

culturales, políticos y sociales. Además, anima a los alumnos a participar activamente en actividades relacionadas con ayudar al ser humano y al medio ambiente (Graham, 2007).

2. ANTECEDENTES

2.1. Transferencia e intercambio de conocimiento en restauración ecológica.

La investigación sobre transferencia o intercambio de conocimiento en el ámbito de la restauración ecológica no es tan abundante como en otros. A pesar de ello, sí se ha investigado sus aplicaciones en la restauración de ecosistemas, y aún más, en la gestión ambiental. Una de las primeras relaciones entre el intercambio de conocimiento en la restauración de ecosistemas es el libro titulado *Forest Landscape Ecology: From Knowledge to Practice* (Perera et al., 2006). En él se establecen las bases teóricas de la transferencia de conocimiento y el intercambio de conocimiento y cómo pueden ser aplicadas en la gestión de los ecosistemas.

En 2008 se publica un artículo que concluye que la mejor manera de obtener conocimiento útil y aplicable en los proyectos de restauración, es mediante el intercambio de conocimiento entre los diferentes participantes del proyecto (Gonzalo-Turpin et al., 2008). En 2016, se publica otro artículo, esta vez sobre el uso del intercambio de conocimiento entre expertos en diferentes disciplinas, para producir conocimiento nuevo que mejore los proyectos y planes de conservación (Nel et al., 2016). Al ser la restauración ecológica un área multidisciplinar, los resultados de este artículo pueden ser aplicados igualmente. En otro artículo (Chazdon et al., 2017), se propone el uso de técnicas y herramientas de transferencia de conocimiento con dos objetivos. El primero es que el conocimiento generado en la investigación sea más accesible y esté adaptado al uso de los políticos, para que éstos puedan tomar decisiones en base al conocimiento existente. El segundo es que los investigadores tengan en cuenta al sector político a la hora de generar conocimiento y cubran sus demandas de conocimiento mediante la investigación. Se ha llegado a proponer incluso, usar la transferencia de conocimiento en grupos de ciudadanos voluntarios, que juegan un papel importante en la conservación y gestión de ecosistemas urbanos en Japón, con el fin de mejorar sus actuaciones y aumentar la eficiencia en la gestión (Tsuchiya et al., 2014).

Todos estos estudios, basan su trabajo en la aplicación de la transferencia o el intercambio de conocimiento entre diferentes grupos relacionados en la restauración o la gestión ambiental, para mejorar la comunicación y aumentar el éxito de los proyectos, pero ninguno de ellos habla de la transferencia de conocimiento entre investigadores y alumnos o profesionales y alumnos.

2.2. Transferencia e intercambio de conocimiento en la educación

La transferencia de conocimiento también es una disciplina que se ha desarrollado en el ámbito de la educación. Parte de estas investigaciones también están enfocadas en la mejora de la gestión administrativa y del profesorado, mediante la comunicación entre los diferentes sectores implicados en la educación. Por ejemplo, Kitagawa y Lightowler publicaron en 2012 un artículo donde afirman que el intercambio y transferencia de conocimiento se ha “institucionalizado” y cada vez está más presente en el sector de la educación. También se han realizado estudios sobre el uso de herramientas de transferencia de conocimiento para preparar al profesorado a tener mejor relación con los alumnos. Esto proporciona a los últimos numerosos beneficios a nivel académico y personal (Steins y Behravan, 2017). Otro ejemplo son las propuestas de implementar la transferencia de conocimiento entre entidades educativas

para resolver los problemas que pueden tener los estudiantes a la hora de reconocer los estudios de manera internacional o los estudiantes de movilidad internacional a la hora de convalidar sus estudios (Teichler, 2004).

Pero también hay investigación en cuanto al uso de la transferencia o intercambio de conocimiento como herramienta educativa. En 1987 se publica un artículo donde se proponen y desarrollan diversos modelos de transferencia de conocimiento para aplicarse en la enseñanza en los colegios y ayudar a desarrollar las habilidades de los alumnos (Pea, 1987). Otros autores han usado métodos del intercambio de conocimiento con sus alumnos (p. ej. cuestionarios) para modificar el plan de estudios y atender a las demandas educativas de los alumnos (Alterio Ariola y Pérez Loyo, 2004). En 2012 se llevó a cabo un estudio sobre el potencial de las redes sociales como herramienta para intercambiar conocimiento entre los propios alumnos, donde se concluyó que los resultados eran positivos sobre todo en las primeras etapas de los estudios universitarios (Wodzicki et al., 2012).

3. OBJETIVOS

Las consideraciones realizadas anteriormente destacan la utilidad de los proyectos piloto para el intercambio de conocimientos en material de restauración ecológica, la necesidad de construir una red de proyectos piloto, y el interés de dotar esta red con materiales que permitan optimizar el proceso de aprendizaje autónomo o guiado. Con este fin, se ha desarrollado el presente trabajo que tiene como principal objetivo la producción de materiales para la transferencia de conocimiento en restauración ecológica. Concretamente, se pretende:

- La creación de materiales didácticos para la visita a proyectos piloto representativos de diferentes tipologías de degradación y restauración, como ejemplo de transferencia de conocimiento a estudiantes universitarios y otros potenciales usuarios.
- La introducción de un mapa interactivo para facilitar el acceso a la información.
- El uso del proceso de formación universitaria para desarrollar estrategias de difusión de los proyectos piloto.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Selección de proyectos piloto

La selección de los proyectos para este trabajo no ha sido arbitraria. Los proyectos seleccionados son los mismos que en las salidas de campo de la asignatura Gestión y Restauración de Ecosistemas del grado de Biología de la Universidad de Alicante. El motivo principal es que los conocimientos impartidos en esta asignatura están enfocados en la restauración ecológica y, además, ya cuenta con salidas programadas a proyectos piloto con el fin de apoyar los conocimientos impartidos en clase. Esta situación genera un contexto idóneo para lograr los objetivos de este proyecto. Los criterios por los que han sido seleccionados los proyectos piloto en esta asignatura son varios. Para empezar, un factor determinante es la proximidad. Ya que visitar proyectos en diferentes lugares de España podría suponer un gran gasto económico y de tiempo para la universidad, profesores y alumnos, los proyectos que se han seleccionado se encuentran próximos entre ellos, dentro de los territorios de la Comunidad Valenciana y Cataluña. Este itinerario permite hacer un recorrido de corta duración y visitar todos los lugares en un par de días, con tiempo suficiente para poder hacer paradas para descansar y comer. Además, este recorrido permite visitar diferentes ambientes del mediterráneo desde el semiárido hasta el húmedo y diferentes ecosistemas, desde sistemas

riparios hasta sistemas dunares. Esto ofrece la oportunidad de ver diferentes métodos de restauración, ya que la restauración de cada tipo de ecosistemas suele requerir métodos especializados. El hecho de que todos los proyectos sean piloto, ofrece la oportunidad de ver más de una técnica innovadora al mismo tiempo. A la hora de seleccionar las visitas, también se tuvo en cuenta la calidad de la restauración realizada, la disponibilidad de documentos acerca del proyecto y de personal conocedor del proyecto que pueda hacer de guía durante la visita con el fin de explicar a los alumnos como se llevaron a cabo los proyectos. Otro factor que se ha tenido en cuenta es que el viaje ofrece momentos de ocio y cultura a los alumnos, facilitando el proceso de aprendizaje al vincular el conocimiento con experiencias vivenciales. Durante el recorrido, los alumnos y alumnas pueden visitar lugares de interés socio-cultural como la ciudad de Barcelona, el monasterio de Santes Creus o la Albufera de Valencia. Los proyectos seleccionados y algunas de sus características son:

RESTAURACIÓN DE LAS DUNAS LITORALES DE LA DEVESA DE L'ALBUFERA DE VALÈNCIA (VALÈNCIA): La Devesa del Saler es la zona que separa a la Albufera de València del mar. Se trata de un cordón litoral cubierto por un sistema dunar con una extensión de 864 ha, el cual fue degradado por los proyectos de urbanización iniciados en los años 60. Este proyecto muestra cómo son los métodos de restauración de ecosistemas dunares, uso de materia vegetal muerta para fijar las dunas como herramienta innovadora, ejemplos de mejoras en la organización de los miembros de la restauración como es el uso de Módulos de replantación o de la rehabilitación del vivero municipal y su organización para las repoblaciones vegetales. Para los alumnos sirve también como ejemplo de proyecto de restauración que tiene como prioridad recuperar un ecosistema muy degradado y sus servicios de protección de la línea de costa y que además recupera un espacio natural que ha sido usado tradicionalmente por los valencianos.

RESTAURACIÓN DEL TANCAT DE LA PIPA EN L'ALBUFERA DE VALÈNCIA (VALÈNCIA): Los tancats son zonas cerradas empleadas para el cultivo del arroz en la Albufera de València y son un ejemplo que permite a los alumnos ser conscientes de los usos tradicionales que les da el ser humano a los ecosistemas y de la necesidad explotar los recursos de manera sostenible. Debido a las aguas residuales de la agricultura y las poblaciones cercanas (transportadas por el Turia y el Júcar), la laguna de la Albufera se encuentra en estado de eutrofización (Doña et al. 2014; Onandia et al. 2015). El Tancat de la Pipa es un proyecto de restauración que muestra a los visitantes métodos de biorremediación para combatir la eutrofización mediante plantaciones que extraen nutrientes del medio, que impiden el desarrollo desmesurado del plancton y, al mismo tiempo aumentan la diversidad de la laguna.

RESTAURACIÓN DEL VERTEDERO DE LA VALL D'EN JOAN EN EL MASSÍS DEL GARRAF (BARCELONA): La Vall d'en Joan fue durante un tiempo uno de los principales vertederos del Área Metropolitana de Barcelona. Este fenómeno era el reflejo de un problema mayor: la falta de una gestión adecuada de los residuos urbanos. El proyecto de restauración de la Vall d'en Joan ofrece la oportunidad de ver la unión de la restauración ecológica con el paisajismo, para convertir lo que era un vertedero en un parque urbano. Es un ejemplo de cómo tratar los residuos de un vertedero de manera sostenible como los pozos de biogás y la planta de tratamiento de lixiviados, conectados a las capas de suelo donde están sellados los residuos del antiguo vertedero, justo debajo del parque.

RESTAURACIÓN DEL RÍO GAIÀ EN LA ALAMEDA DE SANTES CREUS (TARRAGONA): Es un claro ejemplo de restauración bajo los principios de mínima intervención. En esta visita se puede ver como se ha restaurado el tramo de un río mediante los procesos de regulación

naturales de los ecosistemas, minimizando la intervención humana y, por tanto, con un presupuesto más reducido. De hecho, es el proyecto más barato de todos. Además, es un proyecto que pretende restaurar no solo un ecosistema, sino un paisaje emblemático para los habitantes de Tarragona y Cataluña, donde se han asociado siempre el meandro del río Gaià, la alameda y el monasterio de Santes Creus como una estampa típica de esa zona.

RESTAURACIÓN DE LA CANTERA SANSÓN EN LA SIERRA DE COLLSEROLA (BARCELONA):

Este proyecto es un ejemplo de buena restauración de canteras y sirve de ejemplo a los visitantes de medidas ingeniosas y efectivas en la restauración. En él, se han aprovechado los restos de la explotación minera para restaurar el paisaje y modelar el terreno, ofreciendo distintos microambientes para favorecer la diversidad vegetal. Esta ha aparecido de manera natural, jugando las aves un gran papel en la dispersión de las semillas. Para atraer a las aves se creó una laguna artificial.

4.2. Diseño de las fichas explicativas

Para la apoyar la transferencia de conocimiento en el ámbito de la restauración ecológica, se propone en este trabajo el uso de fichas explicativas para emplearlas en el campo durante la salida a los proyectos piloto. Estas fichas pretenden sintetizar la información más relevante para guiar a los alumnos en cada una de las paradas de la salida. Las fichas están diseñadas para usarse en formato PDF desde el teléfono móvil o tablet personal de cada estudiante. Esto ofrece la ventaja de la comodidad frente al papel. No hay necesidad de imprimirla, ocupa menos espacio, y no es difícil de manejar en días de meteorología difícil. Además, el formato digital permite que, además de textos e imágenes, se inserten enlaces a páginas electrónicas y documentos con información adicional.

Por otra parte, un mapa interactivo en Google My Maps, permite ubicar las zonas restauradas en un mapa y situar los lugares cercanos que pueden influir en los ecosistemas como poblaciones, campos cercanos, construcciones o infraestructuras.

El contenido de las fichas está basado en los cuestionarios de evaluación del proyecto ReAction (*Restoration Actions to Combat Desertification in the Northern Mediterranean*), del Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), que tienen como objetivo evaluar las restauraciones realizadas en los ecosistemas mediterráneos y hacer accesible esta información para futuros proyectos (<http://www.ceam.es/reaction/Questionnaire.htm>). Los contenidos de las fichas están adaptados, ya que mucha de la información de los cuestionarios excede las necesidades del alumnado y de la mayoría de los visitantes. Por eso, la información se ha condensado en 8 apartados, que son los siguientes:

Información general: Este apartado contiene información como la localización del proyecto, la fecha de inicio del mismo, el área afectada y las categorías de protección y organismos de gestión a los que pertenece. En este apartado también se encuentra un enlace al mapa interactivo, para ubicar el proyecto en el mapa.

Descripción de la zona: Este apartado incluye la historia del ecosistema, su relación con el ser humano y el uso que le ha dado este a lo largo de los años. También se hace una descripción el uso del ecosistema previo a la restauración, explicando por qué ha sido degradado y qué consecuencias ha tenido este mal uso. Si se han realizado actuaciones previas a la restauración como creación de órganos de gestión del ecosistema, movimientos ciudadanos de protesta o estudios ambientales previos con el fin de orientar el proyecto de restauración también se indica en este apartado. Finalmente se incluye una breve descripción de las características ambientales y climáticas apoyadas con datos climáticos recientes.

Contexto ecológico: Se describen los diferentes hábitats presentes y las principales especies vegetales y animales que los habitan. Si alguna de las especies tiene un papel importante en la restauración, es explicado en este apartado. También se indica el ecosistema que se toma como referencia para la restauración.

Agentes de degradación: Es un listado de los factores que han generado o facilitado la degradación del espacio.

Objetivos de la restauración: Se explican los objetivos que se pretenden conseguir con la restauración y los beneficios que aporta.

Planificación: Se explican las siguientes etapas que ha tenido el proyecto. Este apartado es particularmente importante, ya que los visitantes deben comprender que, sin una buena organización, los proyectos de restauración pueden fracasar y ser menos efectivos.

Coste, financiación y participantes: Este apartado contiene información sobre los costes del proyecto y qué entidades han participado en su financiación.

Fuentes de información empleadas para la elaboración de esta guía e información adicional: Aquí se incluye un listado de la información empleada, así como de información adicional para ampliar los conocimientos acerca del proyecto. Cuando ha sido posible, estas fuentes se han añadido en forma de enlace, para que los visitantes puedan acceder a ellas directamente desde la guía en el campo.

4.3. Diseño del mapa interactivo

El mapa interactivo se incluye en las fichas técnicas en la sección “Información general”, y va adjunto en forma de enlace. El enlace dirige a los usuarios de las fichas a Google Maps, donde se abre un mapa que contiene la ubicación de los diferentes proyectos visitados, una breve descripción de ellos y la fecha de inicio del proyecto. Esto permite a los visitantes orientarse en los proyectos y saber en qué zona se encuentran. Con esto pueden ver como varía el ambiente con la latitud y las poblaciones cercanas, que son factores que influyen en el ecosistema. Por ejemplo, la cercanía de la Vall d'en Joan a el Área Metropolitana de Barcelona fue lo que acabó convirtiendo este valle en un vertedero en el cual se depositaron más de 26 millones de toneladas de basura en un periodo de 32 años. También se incluye el área restaurada en cada proyecto, para que los usuarios puedan ver en el mapa la superficie que abarca cada proyecto.

El mapa se ha realizado en Google My Maps, una aplicación de Google que permite crear mapas de uso privado o para compartirlo. Esta aplicación permite crear ubicaciones, áreas y líneas. A estas se les puede adjuntar texto e imágenes, obtenidas tanto de Google Imágenes como imágenes subidas por el usuario. También permite medir distancias y añadir indicaciones de rutas. Además, Google My Maps permite todo esto mediante diferentes capas. Estas capas son diferentes apartados en los que se pueden incluir los “objetos” mencionados anteriormente. El uso de estas capas permite agrupar los “objetos” con diferentes criterios que en este caso pueden ser ambientales o técnicos. Las capas pueden ocultarse de forma independiente, por lo que los usuarios pueden hacer visible en el mapa solamente los datos que les sean de interés. Google My Maps también permite visualizar el mapa de maneras diferentes, a modo de vista de Satélite, mapa de relieve, mapa político o mapa de carreteras.

Además, puede ser modificado conjuntamente por varias personas mediante Google Drive. Esto permite al alumnado usar la aplicación para realizar actividades participativas, como ampliar la información, añadir puntos de interés en el mapa o incluso, crear nuevas clasificaciones, mediante la herramienta de capas

4.4. Cronograma

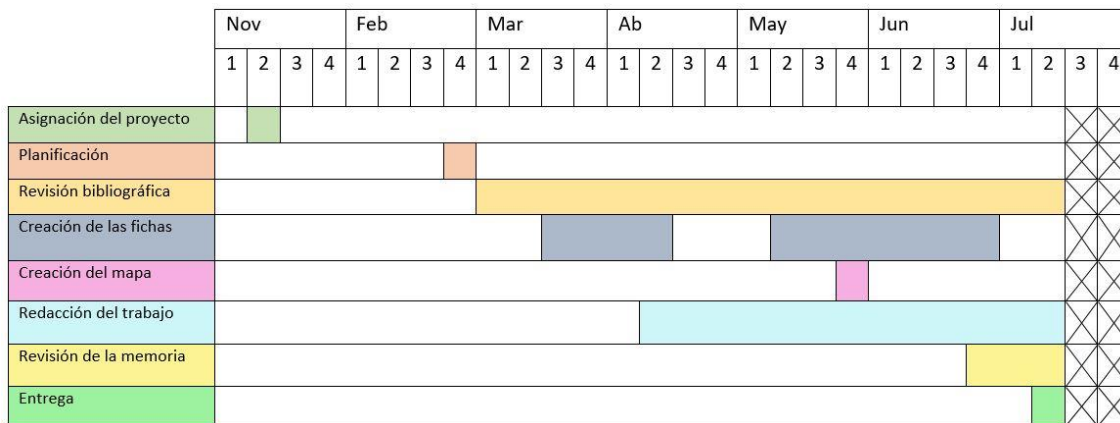


Figura 2. Cronograma de las distintas tareas realizadas en el Trabajo de Fin de Grado.

5. Resultados

5.1. Fichas explicativas

El resultado de este trabajo es la creación de las siguientes fichas técnicas sobre las salidas de campo. La información empleada para estas guías ha sido obtenida de los diferentes manuales de restauración, creados tras la realización de los proyectos. La numeración de las figuras y tablas corresponde al orden dentro de cada ficha de manera individual, por lo que no siguen el orden del trabajo.

Las fichas son las siguientes:

RESTAURACIÓN DE LAS DUNAS LITORALES DE LA DEVESA DE L'ALBUFERA DE VALÈNCIA



Figura 1. Dunas costeras. Imagen de Vinding obtenida de pixabay.com.

INFORMACIÓN GENERAL.

Albufera de València. España. Comunidad Valenciana. Provincia de València. Horta Sud.

Inicio del proyecto: 1982.

Área: 863,5 ha.

Mapa:

https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=18Pr9TIRiM_FMRGwIw_B7Sl1qgZRJQyrw&ll=40.35600326993913%2C0.8502262499999915&z=8

Mediante la Ley de Espacios Naturales Protegidos en 1986 se creó el Parque Natural de l'Albufera, que incluía unas 21.000 ha. La Albufera de València posee ciertas categorías de protección como las de ser incluida en la red Natura 2000 y en el listado de "Zonas Húmedas de Importancia Internacional" (1971), ser "Zona de Especial Protección para Aves" (ZEPA). Además, en la Albufera se han llevado a cabo diversos proyectos del programa LIFE, como LIFE Albufera, LIFE Duna, LIFE Enebro, LIFE Biocompost, LIFE Eco-rice, LIFE Ecolight, LIFE Seducción ambiental, LIFE Ullals, LIFE Sostrice (<http://www.lifealbufera.org>). El proyecto de restauración afecta específicamente a la zona de la Albufera denominada Devesa, que constituye el paisaje dunar del frente marino de la misma.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

El sistema dunar pertenece a un conjunto de ecosistemas que componen la Devesa del Saler, que incluye la playa, dunas móviles, las malladas y las dunas fijas. En el interior se encuentran la Albufera, una laguna de 2.713 ha y el marjal, de 14.500 ha. Esta última es la parte que pertenecía a la laguna y ahora está destinada principalmente al cultivo del arroz. Tradicionalmente tanto la Devesa como la Albufera han sido parajes altamente usados y apreciados. Ya en 1238, el rey Jaume I, tras la conquista de València, se reservó para su propiedad tanto la Albufera como la Devesa. Más adelante, en 1250 Jaume I generaliza el derecho a pescar (a cambio de otorgar una quinta parte de la pesca al rey), lo que deja en evidencia que los recursos de esta zona eran aprovechados por los valencianos y las poblaciones limítrofes desde el siglo XIII. Aparte de la pesca, la caza y la producción de sal fueron recursos explotados también desde esta época. La Albufera se mantuvo en propiedad de la realeza hasta 1700 cuando Felipe V cede la Albufera al Conde de las Torres y es recuperada posteriormente por Carlos III en 1759. A partir de este momento las propiedades de la Albufera y la Devesa van pasando por otras manos (y volviendo también a la realeza) hasta 1911 cuando el Ayuntamiento de València adquiere el territorio de la Albufera y la Devesa. Durante todo este periodo, la explotación de los recursos se fue regulando según la época para mantener en buen estado la zona. Las condiciones de la Albufera se mantuvieron estables hasta en siglo XVIII cuando empieza a aumentar el regadío extrayendo aguas del río Xúquer, lo que hizo que la salinidad de la laguna disminuyese. Esto fue acompañado de la extensión de los cultivos de arroz y en consecuencia la superficie de la laguna fue disminuyendo progresivamente (hasta unas 10.000 ha). La cercanía a la ciudad de València y otras poblaciones ha hecho que se generase un importante desarrollo industrial en sus cercanías, lo cual ha ido provocando otros problemas ambientales como la contaminación de la laguna. El desarrollo turístico-residencial en los años 60 inició un proceso urbanizador en la Devesa, que fue detenido por la iniciativa popular y parado por el Ayuntamiento de València en 1979. En 1981 este Ayuntamiento creó la Oficina Técnica Devesa-Albufera (OTDA) asumiendo las competencias necesarias para la regeneración de ambos parajes.

Por lo que respecta a las características ambientales de la Devesa, la playa es una de las zonas con mayor biodiversidad de toda la Albufera, especialmente la zona sumergida en el mar que contiene gran cantidad de algas, con organismos epifitos y pequeños invertebrados. En

la playa seca podemos encontrar especies vegetales, precursoras de dunas móviles como *Salsola kali* y *Cakile marítima*. El primer cordón dunar (Fig. 1), constituido por dunas móviles, paralelas al mar, está formado por la zona de barlovento, la cresta y la de sotavento. Esta última cubierta por especies semiarbusivas. Las malladas son depresiones interdunares donde predominan suelos limosos y se acumula agua que se evapora durante el verano, formando costras salinas. La vegetación se dispone alrededor de las malladas formando anillos concéntricos que dependen de la concentración de sales en superficie. Las dunas fijas son las que más diversidad tienen. En la zona más cercana al mar encontramos comunidades arbustivas xerófilas y heliofilas. Las dunas interiores son más antiguas y están orientadas perpendicularmente a los paleovientos que las formaron. Estas dunas contienen diversas especies vegetales en los diferentes estratos arbóreo, arbustivo y sub-arbustivo.

El clima de l'Albufera es mediterráneo (Tabla 1).

Tabla 1. Variaciones de temperatura y precipitación registradas en el observatorio del Tancat de la Pipa (el más cercano a la Devesa) en 2018. T^oM = Temperatura media (C^o), T^aMM = Temperatura máxima media (C^o), T^amM = Temperatura mínima media (C^o), PMM = Precipitación mensual (mm).

Mes	T ^a M	T ^a MM	T ^a mM	PMM
Enero	12,7	16,6	9,5	24,4
Febrero	10,6	14,1	7,3	50,6
Marzo	14,4	18,7	10,8	14,0
Abril	15,9	19,4	12,4	11,6
Mayo	18,5	21,9	15,1	19,0
Junio	22,9	25,7	19,5	95,8
Julio	25,9	28,6	22,8	1,4
Agosto	26,3	29,2	23,0	14,6
Septiembre	23,8	26,7	20,4	159,0
Octubre	18,6	21,9	15,3	287,6
Noviembre	15,1	18,2	12,4	114,4
Diciembre	13,0	17,5	9,6	13,2

En la zona son característicos los vientos de levante que contienen gran humedad y salinidad. La topografía de la zona es principalmente llana. Los suelos son arenosos en toda la zona litoral, excepto en las malladas, que son limosos.

CONTEXTO ECOLÓGICO

Como ecosistema de referencia se considera el ecosistema circundante antes de ser perturbado y observaciones sobre el paisaje dunar en zonas análogas. Dentro del propio ecosistema litoral, podemos encontrar diferentes unidades ambientales: la playa seca, primer cordón dunar (dunas móviles), las malladas (zona interdunar), dunas fijas y dunas interiores. Esta diferencia de zonas genera un ambiente muy heterogéneo, que junto con las condiciones extremas de este tipo de ecosistemas da lugar a una vegetación muy especializada (Tabla 2).

Las características ambientales comunes a las zonas litorales de duna y playa suelen derivar de su conexión con el mar y son principalmente el viento, la erosión, la deposición de arenas, la movilidad del sustrato, la presencia de agua marina, spray y suelos salinos, las inundaciones, el estrés hídrico asociado a la baja capacidad de retención de agua del suelo, y la pobreza de nutrientes. La salinidad, movilidad y tamaño de las arenas, velocidad del viento, radiación, y contenido de CaCO₃ y pH del suelo decrecen hacia el interior. Las perturbaciones

ocurren principalmente en la zona de la playa seca y el primer cordón dunar y van disminuyendo hacia el interior.

Tabla 2. Factores ambientales en los ecosistemas dunares, adaptaciones a estos factores y especies vegetales que presentan estas adaptaciones. Tabla extraída de Ministerio de medio ambiente, 2007.

Factor Ambiental	Adaptación	Ejemplos
Spray salino	Resistencia/tolerancia/preferencia por la sal	<i>Cakile marítima</i> (resistente) <i>Salsola kali</i> (preferencia)
Enterramiento arena	Estimulación del crecimiento	<i>Tragnum moquinii</i> ; <i>Ammophila arenaria</i> ; <i>Elymus farctus</i> ;
	Rizomas	<i>Ammophila arenaria</i> ; <i>Elymus farctus</i>
	Estolones Bulbos	<i>Cyperus capitatus</i> , <i>Carex arenaria</i> <i>Pancreatium maritimum</i>
Inundación por agua de mar	Resistencia a la inundación	<i>Cakile marítima</i> <i>Salsola kali</i> <i>Elymus farctus</i> (limitada) <i>Tragnum moquinii</i> <i>Zygophyllum fontanesii</i>
Sequía	Perdida de hojas Suculencia	Diversas especies <i>Cakile marítima</i> , <i>Carpobrotus sp.</i>
	Adaptaciones de las raíces Eficiencia en el uso del agua	Diversas especies La mayoría de las especies
Alta intensidad de luz, altas temperaturas	Curvamiento de las hojas Colores claros y pubescencia	<i>Ammophila arenaria</i> <i>Otanthus maritimus</i> ; <i>Medicago marina</i>
	Adaptaciones osmóticas	Muchas especies
Exposición al viento	Resistencia mecánica Formas aerodinámicas	Muchas especies Muchas especies: <i>Euphorbia peplis</i> (rastrera)
Salinidad del suelo	Resistencia a la sal Acumulación de sal Suculencia	<i>Salsola kali</i> <i>Salsola kali</i> <i>Cakile marítima</i> ; <i>Carpobrotus sp.</i> ; <i>Tragnum moquinii</i> ; <i>Zygophyllum fontanesii</i> Muchas especies
	Adaptaciones osmóticas	
Pobreza en nutrientes	Fijación del nitrógeno Relaciones micorrizicas	Leguminosas

	Restranslocación de nutrientes	Algunas especies: <i>Ammophila arenaria</i> <i>Carex sp.</i>
Erosión marina	Ciclo de vida anual	<i>Cakile marítima</i> , <i>Salsola kali</i> , <i>Linaria pedunculata</i>
	Dispersión de semillas por agua	<i>Pancreatium maritimum</i>
	Dispersión de semillas por el viento	Muchas especies
	Rizomatosas	<i>Ammophila arenaria</i> ; <i>Elymus farctus</i>
	Estoloníferas	<i>Cyperus capitatus</i> . <i>Carex arenaria</i>
	Bulbos	<i>Pancreatium maritimum</i>

Debido a las condiciones ambientales tan poco favorables, la vegetación suele presentar un número limitado de especies y suele estar dominado por unas pocas. La distribución de la vegetación es la siguiente:

- **Vegetación anual pionera.** Formada por plantas que toleran grandes concentraciones de sal y nitrógeno, presentando grandes adaptaciones frente a condiciones de aridez y salinidad. Su principal método de dispersión es la erosión mareal, su germinación se produce en primavera y el desarrollo en verano. Las principales especies son *Cakile marítima*, *Salsola kali* y *Euphorbia peplis*.
- **Vegetación de playa seca.** En la zona más interior de la playa la diversidad de especies aumenta pudiendo encontrarse *Honkeyna peploides*, *Eryngium maritimum*, *Calystegia soldanella*, *Polygonum maritimum* y *Sporobolus pungens* entre otras.
- **Duna embrionaria.** Debido a la acumulación de arena, pocas especies pueden crecer en este ambiente. Distinguimos *Elymus farctus* y *Ammophila arenaria*. Al mismo tiempo estas especies contribuyen al crecimiento de los embriones dunares. También se pueden encontrar, aunque en menor medida *Polygonum maritimum*, *Euphorbia paralias*, *Othantus maritimus* y *Eryngium maritimum*.
- Primer cordón dunar. Predominan *Elymus farctus* y *Ammophila arenaria*. También aparecen *Othantus maritimus*, *Medicago marina*, *Euphorbia paralias*, *Cyperus capitatus*, *Eryngium maritimum*, *Echinophora spinosa*...

Tabla 3. Agrupación de las especies vegetales en grupos funcionales. Tabla extraída de Ministerio de medio ambiente, 2007.

Tipo I	Tipo II	Tipo III
▪ Anual	▪ Bianual o perenne	▪ Resistencia al enterramiento
▪ Hojas méxicas	▪ Hojas duras/	▪ Órganos de reserva
▪ Biomasa subterránea	▪ Hojas duras/	▪ subterráneos
▪ axonomorfa de poco grosor o barbadilla	▪ Biomasa subterránea	▪ Altura biomasa aérea > 15 cm

▪	Altura de biomasa aérea \leq 15 cm	gruesa y ramificada	▪	Dispersión marina
	<i>Aetheoriza bulbosa</i>	<i>Artemisia crithmifolia</i>		<i>Cyperus capitatus</i>
	<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Armeria pungens</i>		<i>Sporobolus pungens</i>
	<i>Rumex tingitanus</i>	<i>Crucianella maritima</i>		<i>Calystegia soldanella</i>
	<i>Cutandia maritima</i>	<i>Helichrysum picardii</i>		<i>Ammophila arenaria</i>
	<i>Pseudorlaya pumilla</i>	<i>Malcolmia littorea</i>		<i>Elymus farctus</i>
	<i>Senecio vulgaris</i>	<i>Linaria lamarckii</i>		<i>Medicago marina</i>
	<i>Anacyclus radiatus</i>	<i>Thymus carnosus</i>		<i>Othantus maritimus</i>
	<i>Bromus rigidus</i>	<i>Lotus creticus</i>		<i>Pancratium maritimum</i>
	<i>Bromus diandrus</i>	<i>Pycnocomon rutifolium</i>		<i>Eryngium maritimum</i>
	<i>Carduus meonanthus</i>	<i>Reichardia gaditana</i>		<i>Euphorbia paralias</i>
	<i>Emex spinosa</i>	<i>Silene ramosissima</i>		<i>Polygonum maritimum</i>
	<i>Erodium cicutarium</i>	<i>Linaria pedunculata</i>		<i>Cakile maritima</i>
	<i>Hedypnois cretica</i>	<i>Ononis variegata</i>		<i>Salsola kali</i>
	<i>Hypochoeris glabra</i>			<i>Euphorbia peplis</i>
	<i>Lagurus ovatus</i>			
	<i>Medicago littoralis</i>			
	<i>Medicago minima</i>			
	<i>Sonchus oleraceus</i>			
	<i>Sonchus tenerrimus</i>			
	<i>Scolymus maculatus</i>			
	<i>Paronychia argentea</i>			
	<i>Plantago coronopus</i>			
	<i>Vulpia alopecurus</i>			

La vegetación dunar puede agruparse en tres grupos funcionales (Tabla 3). El primero, formado por plantas anuales y de poca altura aumenta su proporción relativa en los tramos más estables. El segundo de hojas gruesas, suculentas o pubescentes aumenta en las dunas afectadas por la erosión. El tercero, con resistencia al enterramiento, órganos de reserva subterráneos y dispersión marina está asociado a los procesos de acumulación eólica.

AGENTES DE DEGRADACIÓN

- Fuerte proceso de urbanización y destrucción de hábitat.
- Contaminación del lago por la industrialización y el aumento demográfico.
- Introducción de especies exóticas.
- Desaparición de praderas de *Posidonia* por la pesca de arrastre y “limpieza” de las playas, eliminando los depósitos de *Posidonia* (arribazones) con el consecuente aumento de la erosión.
- Disminución drástica del aporte de sedimentos por la construcción del puerto de València, lo que impide la formación de embriones dunares.

OBJETIVOS DE LA RESTAURACIÓN

Se llevó a cabo una restauración adaptativa, ensayando diferentes técnicas, con el fin de restaurar el paisaje dunar, alterado por el proyecto de urbanización: las dunas litorales, las malladas y sus comunidades vegetales. Además, se pretendió eliminar las especies exóticas presentes.

Los principales servicios que se pretendió recuperar son el control de la erosión (evitando la desaparición de las dunas o de la playa), control de inundaciones (formando una

barrera frente al mar durante temporales) y conservación de la biodiversidad (especies características de ambientes dunares y xerófilas). También se intentaron mejorar servicios de carácter cultural, ya que la Devesa ha sido una zona natural usada tradicionalmente por los valencianos para disfrutar de la naturaleza. Esto incluye a una población muy amplia, no solo a la ciudad de València (791.413 habitantes) que está a unos 10 km de distancia, sino que también a las poblaciones circundantes (algunas más cercanas que la capital) a la Albufera como Alfafar, Massanassa, Catarroja, Albal, Silla, Sollana o Sueca llegando a sumar en total a una población de casi millón y medio de habitantes.



Figura 2. Acceso a la playa desde la Devesa.

PLANIFICACIÓN

La restauración se desarrolló durante 20 años y ha permitido disponer actualmente de una metodología de restauración y fijación de dunas de primera línea de costa aplicable a otras zonas:

1. RESTAURACIÓN DE LA MORFOLOGÍA DUNAR
 - a. Eliminación del paseo marítimo.
 - b. Revisión del relieve original (mediante cartografía antigua i fotografías aéreas).
 - c. Retirada de arena de las malladas para formar las dunas i recuperar la depresión interdunar.
2. FIJACIÓN DE DUNAS
 - a. Colocación de estacadas de *Spartina* y *Arundo donax* muertas para retener la arena acumulada y captar arena nueva.
 - b. RESTAURACIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL.
 - i. Producción de especies necesarias en vivero local público (la proporción de especies introducidas está basada en la de las dunas mejor conservadas).
 - ii. Conservación de la diversidad genética local.
 - iii. Selección de las especies características de las diferentes zonas.
3. ADEQUACION PARA EL USO PÚBLICO
 - a. Cierre de la zona en restauración.
 - b. Uso de carteles informativos.
 - c. Uso de pasarelas de madera para acceder a las playas (Fig. 2).

- d. Campañas de sensibilización ciudadana.
- e. Plantaciones populares.

Para la recuperación de la cubierta vegetal se realizó un análisis de las dunas mejor conservadas y se establecieron los denominados Módulos de Repoblación (Tabla 4), unidades de 25 m² que reproducen la composición y estructura de las diferentes comunidades vegetales. Cada sector de la duna tiene su correspondiente módulo. La distribución de las plantas se realizó de manera aleatoria intentando imitar la distribución natural de estas.

Tabla 4. Descripción de los diferentes Módulos de Repoblación, su composición de especies y la proporción de éstas.

Módulos de Repoblación	Nº de ejemplares/25 m ²
Embriones dunares	
<i>Cakile maritima</i> Scop.	5
<i>Calystegia soldanella</i> L.	11
<i>Elymus farctus</i> L.	30
<i>Othantus maritimus</i> L.	5
<i>Polygonum maritimum</i> L.	2-3
Barlovento	
<i>Calystegia soldanella</i> L.	11
<i>Elymus farctus</i> L.	30
<i>Euphorbia paralias</i> L.	4
<i>Lotus creticus</i> L.	11
<i>Medicago marina</i> L.	4
<i>Othantus maritimus</i> L.	5
<i>Polygonum maritimum</i> L.	2-3
Cresta	
<i>Ammophila arenaria</i> L.	22-23
<i>Calystegia soldanella</i> L.	11
<i>Cyperus capitatus</i> Vand.	4
<i>Lotus creticus</i> L.	11
<i>Medicago marina</i> L.	4
Sotavento	
<i>Crucianella maritima</i> L.	7-8
<i>Cyperus capitatus</i> Vand.	4
<i>Echinophora spinosa</i> L.	4
<i>Eryngium maritimum</i> L.	4
<i>Malcomia littorea</i> L.	7-8
<i>Sporobolus pungens</i> (Schreb.) Kunt.	25
<i>Ononis natrix</i> L.	10
<i>Pancratium maritimum</i> L.	7-8

La restauración de la cubierta vegetal se realizó mediante la obtención de especies vegetales por reproducción. Esta tarea se llevó a cabo en un antiguo vivero, construido en 1964, que fue adaptado posteriormente para las necesidades del proyecto. Entre estas adaptaciones se incluyen un taller y un banco de semillas, tres invernaderos, un umbráculo y eras de cultivo.

Las especies vegetales se reprodujeron principalmente por semillas para conservar la diversidad genética. También se emplearon esquejes, cepellones, bulbos y raíces, dependiendo de la especie, el ambiente y las condiciones. Cuando se emplearon cepellones, a diferencia de la práctica común en otras áreas, la parte aérea era enterrada casi completamente, dejando al descubierto solo 10 cm, para reducir la evapotranspiración y reducir el riesgo de desentierro. Para los esquejes solo se dejaron 5 cm al descubierto, los bulbos se plantaron a 30 cm de profundidad y las semillas fueron sembradas de manera manual. A lo largo de los años, el vivero ha ido aumentando en número de especies reproducidas, llegando hasta 180 en el año 2019.

COSTE, FINANCIACIÓN Y PARTICIPANTES.

El coste total del proyecto fue de 1.951.482 Euros, de los cuales 97.541 fueron pagados por la Unión Europea a través de dos proyectos LIFE y el resto por el Ayuntamiento de València. El proyecto fue llevado a cabo por la Oficina Técnica Devesa-Albufera (OTDA), creada por el Ayuntamiento de manera específica para gestionar y recuperar los espacios naturales de València. También se contó con participación ciudadana en la fase de ejecución, mediante programas de voluntariado, y a través de programas de concienciación.

Durante el proyecto se desarrollaron diferentes infraestructuras para poder facilitar las tareas, como la rehabilitación y acomodación de un antiguo vivero forestal para la reproducción de las especies vegetales que se emplearían en la restauración.

FUENTES DE INFORMACIÓN EMPLEADAS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTA GUÍA E INFORMACIÓN ADICIONAL

Benavent Olmos, J. M., Collado Rosique, P., Martí Crespo, R. M., Muñoz Caballer, A., Quintana Trenor, A., Sánchez Codoñer, A., Vizcaíno Matarredona, A. (2004) Restauración de las Dunas Litorales de la Devesa de l'Albufera de València. Ayuntamiento de València.

- Ministerio de Medio Ambiente (2007) Manual de restauración de dunas costeras: <https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/conociendo-litoral/documentacion/manual-restauracion-sistemas-dunares.aspx>
- Gestión de l'Albufera y su Devesa: <http://albufera.valencia.es/es>
- Información acerca de la restauración de la Devesa: <http://www.horticom.com>
<http://www.albufera.com>

RESTAURACIÓN DEL TANCAT DE LA PIPA EN L'ALBUFERA DE VALÈNCIA

INFORMACIÓN GENERAL

Albufera de València. España. Comunidad Valenciana. Provincia de València. Horta Sud.

Inicio del proyecto: 2004.

Área: 36 ha.

Mapa:

https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=18Pr9TIRiM_FMRGwlw_B7Sl1qgZRJQyrw&ll=40.35600326993913%2C0.8502262499999915&z=8

Mediante la Ley de Espacios Naturales Protegidos en 1986 se creó el Parque Natural de l'Albufera, que incluía unas 21.000 ha. La Albufera de València posee ciertas categorías de protección como las de ser incluida en la red Natura 2000 y en el listado de "Zonas Húmedas de Importancia Internacional" (1971), ser "Zona de Especial Protección para Aves" (ZEPA). Además, en la Albufera se han llevado a cabo diversos proyectos del programa LIFE, como LIFE Albufera, LIFE Duna, LIFE Enebro, LIFE Biocompost, LIFE Eco-rice, LIFE Ecolight, LIFE Seducción ambiental, LIFE Ullals, LIFE Sostrice (<http://www.lifealbufera.org>). El proyecto de restauración afecta específicamente a la zona de la Albufera denominada Devesa, que constituye el paisaje dunar del frente marino de la misma.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

La Albufera es una laguna de 2.713 ha. En la zona circundante se encuentra, el marjal, de 14.500 ha. Es una zona destinada principalmente al cultivo del arroz. Tradicionalmente tanto la Albufera como la Devesa (zona que separa la Albufera de la costa) han sido parajes altamente usados y apreciados (Fig. 1). Ya en 1238, el rey Jaume I, tras la conquista de València, se reservó para su propiedad tanto la Albufera como la Devesa. Más adelante, en 1250 Jaume I generaliza el derecho a pescar (a cambio de otorgar una quinta parte de la pesca al rey), lo que deja en evidencia que los recursos de esta zona eran aprovechados por los valencianos y las poblaciones limítrofes desde el siglo XIII. Aparte de la pesca, la caza y la producción de sal fueron recursos explotados también desde esta época. La Albufera se mantuvo en propiedad de la realeza hasta 1700 cuando Felipe V cede la Albufera al Conde de las Torres y es recuperada posteriormente por Carlos III en 1759. A partir de este momento las propiedades de la Albufera y la Devesa van pasando por otras manos (y volviendo también a la realeza) hasta 1911 cuando el Ayuntamiento de València adquiere el territorio de la Albufera y la Devesa. Durante todo este periodo, la explotación de los recursos se fue regulando según la época para mantener en buen estado la zona. Las condiciones de la Albufera se mantuvieron estables hasta en siglo XVIII cuando empieza a aumentar el regadío extrayendo aguas del río Xúquer, lo que hizo que la salinidad de la laguna disminuyese. Esto fue acompañado de la extensión de los cultivos de arroz y en consecuencia la superficie de la laguna fue disminuyendo progresivamente (hasta unas 10.000 ha). La cercanía a la ciudad de València y otras poblaciones ha hecho que se generase un importante desarrollo industrial en sus cercanías, lo cual ha ido provocando otros problemas ambientales como la contaminación de la laguna. El desarrollo turístico-residencial en los años 60 inició un proceso urbanizador en la Devesa, que fue detenido por la iniciativa popular y parado por el Ayuntamiento de València en 1979. En 1981 este Ayuntamiento creó la Oficina Técnica Devesa-Albufera (OTDA) asumiendo las competencias necesarias para la regeneración de ambos parajes.

Los tancats (Fig. 2) son zonas cerradas y aisladas de la laguna que están por debajo del nivel del agua, que pasa a los tancats por gravedad. Dentro de los tancats hay diferentes lagunas que están conectadas y por las que el agua circula también por gravedad. El agua de los tancats se extrae posteriormente mediante turbinas accionadas por motores. Esto se debe a que los tancats son zonas tradicionalmente empleadas para el cultivo de arroz. Las necesidades hídricas son diferentes a lo largo de las diferentes etapas del cultivo, por lo que el motor, aparte de mantener un flujo constante de agua, regula el nivel de ésta. Estas zonas antes pertenecían a la laguna de la Albufera, pero que se han creado por aterramiento (extracción de tierra) para obtener tierras de cultivo. Esto ha conllevado la pérdida de la diversidad de especies. Los carrizales, juncuales y eneales desaparecen y por lo tanto las especies animales que habitan en

ellos también, incluyendo gran cantidad de aves e insectos. Por otro lado, los arrozales sirven de alimento a otras especies de aves, pero en menor número.

Debido a los restos de los productos químicos y los vertidos industriales y municipales en el Xúquer, se inició un proceso de eutrofización que afectó de manera evidente a las aguas de la laguna y a su biodiversidad. La Confederació Hidrogràfica del Xúquer decidió tomar medidas, junto con la Generalitat Valenciana. Con este fin se desarrolló el proyecto de convertir el Tancat de la Pipa en un filtro verde, para tratar el agua mediante procesos naturales y paliar los problemas de eutrofización que sufre la Albufera.



Figura 1. Barca de perchar tradicional en la albufera. Imagen de Warloofer obtenida de flickr.com.



Figura 2. Vista aérea del Tancat de la Pipa. Imagen del Ayuntamiento de València obtenida de flickr.com

El clima de l'Albufera es mediterráneo (Tabla 1)

Tabla 1. Variaciones de temperatura y precipitación registradas en el observatorio del Tancat de la Pipa en 2018. T^ºM = Temperatura media (Cº), T^ºMM = Temperatura máxima media (Cº), T^ºmM = Temperatura mínima media (Cº), PMM = Precipitación mensual (mm).

Mes	T ^º M	T ^º MM	T ^º mM	PMM
Enero	12,7	16,6	9,5	24,4
Febrero	10,6	14,1	7,3	50,6
Marzo	14,4	18,7	10,8	14,0

Abril	15,9	19,4	12,4	11,6
Mayo	18,5	21,9	15,1	19,0
Junio	22,9	25,7	19,5	95,8
Julio	25,9	28,6	22,8	1,4
Agosto	26,3	29,2	23,0	14,6
Septiembre	23,8	26,7	20,4	159,0
Octubre	18,6	21,9	15,3	287,6
Noviembre	15,1	18,2	12,4	114,4
Diciembre	13,0	17,5	9,6	13,2

En la zona son característicos los vientos de levante que contienen gran humedad y salinidad. La topografía de la zona es principalmente llana. Los suelos son arenosos en toda la zona litoral, excepto en las malladas, que son limosos.

CONTEXTO ECOLÓGICO

El ecosistema de referencia es el típico ecosistema de marjal que se encontraba en la Albufera antes de su degradación. Los datos fueron obtenidos de las numerosas fuentes que existen de la Albufera como registros históricos, inventarios antiguos o antiguas investigaciones.

La Albufera es un humedal de gran extensión. En ella se encuentra una gran variedad de ambientes, pero se pueden distinguir los tres principales: la Devesa, la laguna y la Marjal. La Devesa es la zona que separa la Albufera de la costa. Su zona más interior está dominada por arbustos y una pinada. Según nos acercamos a la costa van apareciendo los cordones dunares, siendo los más jóvenes los más cercanos al mar. En estos cordones dunares se encuentran especies xerófilas, características de este ambiente. Destacan *Ammophila arenaria* y *Elymus farctus* por ser las principales precursoras de la formación dunar. La zona de la Marjal se encuentra rodeando la Albufera. Están destinadas a la plantación del arroz. Se diferencian dos zonas dentro de la Marjal. Por un lado, están els tancats, zonas por debajo del nivel de la laguna que se inundan por gravedad. Por otro lado, encontramos els Ullals, que son zonas donde emerge el agua, procedente de los aportes de agua dulce. Aquí se encuentran especies animales en peligro de extinción como *Valencia hispanica* (Fig. 3) y *Aphanius Iberus* (Fig. 4). La vegetación de la Marjal es palustre (Tabla 2). La zona perteneciente a la laguna de la Albufera es más profunda. En su interior se encuentran islotes con vegetación palustre. Dentro de la laguna se encuentran *Valencia hispánica* y *Aphanius Iberus* junto con un gran número de invertebrados. Entre ellos destacan las especies endémicas *Dugastella valentina*, *Paleomonetes zariquieyi*, *Anodonta cygnea* y *Unio elongatulus*. Tanto en las zonas de la Marjal como de la laguna se encuentran numerosas especies de aves. Ya que la diversidad de la albufera es muy elevada, una descripción de todas las especies supondría un listado demasiado largo, pero en la Tabla 2 se recogen algunas de las especies más destacadas debido a su importancia para el ecosistema, ser endemismos o estar amenazadas.

La biodiversidad es muy elevada en la albufera. Se han identificado más de 800 especies vegetales y 350 especies de aves en ella, estando algunas presentes durante todo el año y otras solo durante la cría o en la migración.



Figuras 3 y 4. De izquierda a derecha *Valencia hispanica* y *Aphanius Iberus*. Imágenes de Joanbanjo y Jordi Roy Gabarra, obtenidas de wikipedia.org y flickr.com respectivamente.

Tabla 2. Algunas de las especies presentes en la laguna de la Albufera y en la Marjal.

Grupo	Especie	Motivo de interés
Vegetación palustre	<i>Phragmites communis</i>	Especie común.
	<i>Phragmites australis</i>	Especie palustre común, elevada capacidad para depurar el agua.
	<i>Cladium mariscus</i>	Especie palustre común.
	<i>Typha latifolia</i>	Especie palustre común, elevada capacidad para depurar el agua.
	<i>Kosteletzkya pentacarpos</i>	Planta endémica, se encuentra en muy pocas lugares en España.
	<i>Oryza sativa</i>	Arroz. Planta ampliamente cultivada en la Albufera.
	<i>Scripus spp.</i>	Género muy común.
	<i>Nimphaea alba</i>	Especie de planta acuática.
Aves	<i>Netta rufina</i>	Especie de aves muy común (anátida).
	<i>Anas clypeata</i>	Especie de aves muy común (anátida).
	<i>Circus aeruginosus</i>	Ave rapaz. Depredador común.
	<i>Ardea purpurea</i>	Garza. Ave común en los humedales.
	<i>Ardea cinerea</i>	Garza. Ave común en los humedales.
	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Cormorán. Ave costera que frecuenta la Albufera.
Moluscos	<i>Anodonta cygnea</i>	Bivalvo dulceacuícola endémico en el mediterráneo.
	<i>Unio elongatulus</i>	Bivalvo dulceacuícola. Especie casi amenazada.
Peces	<i>Valencia hispánica</i>	Especie endémica. En peligro crítico.
	<i>Aphanius Iberus</i>	Especie endémica. En peligro crítico.
Crustáceos	<i>Dugastella valentina</i>	Especie endémica. Casi amenazada.
	<i>Palaemonetes zariquiey</i>	Especie endémica.

AGENTES DE DEGRADACIÓN

Los principales agentes de degradación son el gran aporte de nutrientes que han llevado a la laguna a un proceso de eutrofización. Las principales fuentes de materia orgánica a la laguna son los restos agrícolas como fertilizantes, herbicidas o insecticidas, que se filtran del suelo a través del agua de riego y los vertidos provenientes de los ríos Xúquer y Túria, que contienen gran cantidad de residuos urbanos, más otros vertidos como el polígono industrial de Silla. Este aporte de materia orgánica, sobre todo de nitratos y fosfatos, produce un crecimiento muy rápido del fitoplancton. Esto provoca una disminución de oxígeno disuelto (por el elevado consumo), cambios en el pH, producción de sustancias tóxicas por parte del fitoplancton y un aumento de la turbidez del agua, lo que provoca la desaparición de microorganismos, y plantas sumergidas, que son incapaces de captar la luz. Los animales acuáticos se ven también afectados por la falta de oxígeno y la disminución de las plantas, ya que sirven como alimento para los peces o como lugar de puesta de huevos para los pequeños invertebrados y las aves. Estas últimas se alimentan de peces o de los invertebrados, por lo que también sufren una reducción

en la disponibilidad de alimento. Las consecuencias son una pérdida de la calidad del agua y de la biodiversidad.

OBJETIVOS DE LA RESTAURACIÓN

Los objetivos de la restauración fueron:

- Mejorar la calidad del agua.
- Recuperar la diversidad vegetal (y como consecuencia la de invertebrados y aves).
- Protección de las aves.

PLANIFICACIÓN

Movimientos de tierra. La finalidad es acondicionar la laguna artificial para la posterior replantación. Para ello primero ha de secarse. Después se llevan a cabo labores de labrado y fangueo.

Obtención de especies vegetales. Las principales fuentes fueron los viveros municipales del Servicio Devesa-Albufera, pertenecientes al Ayuntamiento de Valencia y el Centro de Conservación de Especies Dulceacuícolas de la Comunidad Valenciana, perteneciente al Servicio de Vida Silvestre de la Dirección General del Medio Natural de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural. Algunas especies se obtuvieron mediante esquejes de individuos que había en zonas cercanas. Se buscó obtener individuos con los genotipos propios de la Albufera para asegurar la supervivencia. Las especies empleadas fueron: *Cladium mariscus*, *Sparganium erectum*, *Scripus tabernaemontani*, *Juncus subnodulosus*, *Scripus maritimus*, *Scripus holoschoenus*, *Iris pseudacorus*, *Phragmites australis*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton nodosus* y *Typha domingensis*. Esta última destaca por su gran capacidad depuradora.

Plantación de especies. Las especies se plantaron de manera manual, en forma de cepellones y en proporciones variables. Tras la plantación se dejó seca la zona del Tancat para que las plantas desarrollaran mejor las raíces y que las aves no se comiesen los brotes que estaban creciendo. La plantación se realizó tras el periodo de cría de las aves para no molestarlas y no correr el riesgo de que abandonases los huevos o las crías.

Mejora de las instalaciones. La casa del motor de bombeo se acondicionó como centro educativo y se sustituyó el motor por uno nuevo (Fig. 5). El tendido eléctrico de media tensión fue soterrado y en el de alta tensión se colocaron balizas salva pájaros para evitar muerte de las aves por electrocución.

Adecuación al uso público. Para esto se creó una senda para facilitar el acceso, la instalación de carteles informativos y la construcción de un observatorio de aves.

Retirada de la materia orgánica. La materia vegetal se retira en el Tancat de la Pipa de manera periódica. Esta materia orgánica la toman las plantas de la laguna, por lo que su retirada, favorece la limpieza de las aguas, disminuyendo la concentración de nutrientes de ésta y contribuyendo a resolver el problema de la eutrofización. Esta materia orgánica puede ser empleada luego para construcciones con material vegetal, usos en otros proyectos de restauración de ecosistemas o simplemente para compost agrario.



Figura 5. Tancat de la Pipa y edificio del motor tras la reforma. Imagen de Mario Modesto Mata.

COSTE, FINANCIACIÓN Y PARTICIPANTES

El coste del proyecto fue de unos 21.600.000 €. Se financió principalmente por la unión europea, pero también colaboraron empresas privadas como la CAM, Coca-Cola o Carrefour. Entre los participantes se encuentran la Universidad de València, la Universidad Politécnica de València y la Sociedad Española de Ornitología SEO/BirdLife, que colaboraron con estudios científicos e informes técnicos previos y posteriores al proyecto. La asociación ecologista Agró colaboró en el proyecto en cuanto a la gestión del Tancat.

FUENTES DE INFORMACIÓN EMPLEADAS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTA GUÍA E INFORMACIÓN ADICIONAL

- Gestión de l'Albufera y su Devesa:
<http://www.albufera.com/parque/sites/default/files/descargas/gestion.pdf>
- Información acerca del Tancat de la Pipa:
<http://tancatdelapipa.net/>
- Información acerca de las aves en la Albufera de València:
<https://birdingalbufera.es/es/>
- Manuales técnicos para la gestión de la vegetación, mejoras en la avifauna y en la calidad del agua en el Tancat de la pipa:
<http://www.lifealbufera.org/>

RESTAURACIÓN DEL VERTEDERO DE LA VALL D'EN JOAN EN EL MASSÍS DEL GARRAF



Figura 1. Paisaje del Massís del Garraf con terrazas de cultivo. Imagen de María Rosa Ferre, extraída de commons.wikimedia.org

INFORMACIÓN GENERAL

Vall d'en Joan. España. Cataluña. Provincia de Barcelona. Baix Llobregat.

Inicio del proyecto: 1997.

Área: 70 ha.

Mapa:

https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=18Pr9TIRiM_FMRGwlw_B7Sl1qgZRJQyrw&ll=40.35600326993913%2C0.8502262499999915&z=8

La Vall d'en Joan se encuentra en el Parc del Garraf, un parque natural que se encuentra incluido en la Red de Parques Naturales de la Diputación de Barcelona desde 1986.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

La Vall d'en Joan es un valle situado en el conjunto montañoso conocido como Massís del Garraf. El valle pertenece a los términos municipales de Begues y Gavà, situados al suroeste de Barcelona. Tanto la Vall d'en Joan como el Massís del Garraf son zonas kársticas, que al disolverse el carbonato cálcico de la roca se generan formaciones geológicas características como las dolinas, lapiazes... El relieve es redondeado y con valles profundos. Debido a que el suelo es permeable, la retención de agua es escasa y no crecen masas de vegetación abundantes. Habitan especies típicas mediterráneas, incluyendo algunos endemismos. A pesar de ello, se construyó un vertedero en 1972 y que estuvo funcionando desde 1974 hasta 2006, donde se han estado vertiendo toneladas de basura procedentes de toda el área metropolitana de Barcelona durante 32 años. Debido al aumento constante de vertidos, en 1981 la Corporación Metropolitana de Barcelona aprueba el Plan Especial de Eliminación de Residuos Sólidos Urbanos donde se toma el compromiso de cerrar el vertedero y buscar una solución al aumento de los residuos.

El clima del Massís del Garraf es mediterráneo (Tabla 1).

Tabla 1. Variaciones de temperatura, precipitación e insolación registradas en el observatorio del Parque Natural del Garraf – el Rascler en 2018. T^ºM = Temperatura media (Cº), T^ºMM = Temperatura máxima media (Cº), T^ºmM = Temperatura mínima media (Cº), PMM = Precipitación mensual media (mm), ISDM = Irradiación solar diaria media (MJ/m2), DS = Días soleados durante ese mes.

Mes	T ^º M	T ^º MM	T ^º mM	PMM	ISDM	DS
Enero	7,2	11,0	4,6	34,3	8,0	12,6
Febrero	7,0	11,1	4,1	35,5	11,1	11,8
Marzo	9,1	12,7	5,9	75,6	16,0	14,3
Abril	11,8	16,3	8,6	68,4	19,7	12,8
Mayo	14,9	19,6	11,3	63,3	24,3	16,0
Junio	19,0	23,7	15,3	22,8	26,9	17,5
Julio	21,3	26,0	17,9	27,5	25,7	17,0
Agosto	21,5	26,0	18,3	47,4	21,8	13,0
Septiembre	18,5	22,9	15,7	64,0	16,5	9,3
Octubre	15,3	19,4	12,6	85,5	12,0	10,3
Noviembre	10,6	14,4	8,0	61,9	8,6	11,4
Diciembre	7,9	11,6	5,4	34,7	7,3	14,4

CONTEXTO ECOLÓGICO

Como ecosistema de referencia se ha tomado el propio de las terrazas de cultivo abandonadas que hay en el propio Massís del Garraf (Figura 1).

El paisaje del parque del Garraf es mediterráneo y en el encontramos especies típicas como *Quercus coccifera*, *Pistacea lentiscus* o *Chamaerops humilis*. En la zona más interior podemos encontrar *Quercus ilex* y *Pinus halepensis*. En los fondos de valle, como es el caso de la Vall d'en Joan abunda *Quercus ilex*, *Lonicera etrusca* y *Viburnum tinus*. A pesar de las precipitaciones, el suelo es bastante permeable, por lo que la vegetación no es muy densa y la diversidad de especies no sea muy elevada. Debido a estas condiciones encontramos especies muy adaptadas.

En cuanto a la fauna destacan especies de aves tales como *Monticola saxatilis*, *Monticola solitarius*, *Oenanthe hispanica*, *Oenanthe leucura*, *Galerida theklae*, *Emberiza hortulana* y *Anthus campestris*. También encontramos rapaces como *Falco tinnunculus* o *Aquila fasciata*. En cuanto a reptiles y anfibios se pueden ver *Hemorrhois hippocrepis*, *Vipera latasti* o *Salamandra salamandra*.



Figuras 2, 3 y 4. *Monticola saxatilis*, *Monticola solitarius* y *Oenanthe hispanica*. Imágenes de Pierre Dalous, Ignacio Suarez y Frank Vassen, obtenidas de commons.wikimedia.com, flickr.com y commons.wikimedia.com respectivamente.



Figuras 5, 6 y 7. *Oenanthe leucura*, *Galerida theclae* y *Emberiza hortulana*. Imágenes de Francesco Veronesi, Frank Vassen y Pierre Dalous, obtenidas de wikipedia.org, commons.wikimedia.com y wikipedia.org.



Figuras 8, 9 y 10. *Anthus campestris*, *Falco tinnunculus* y *Aquila fasciata*. Imágenes de T. R. Shankar Raman, Hans Hillewaert y Imran Shah, obtenidas de commons.wikimedia.com, commons.wikimedia.com y flickr.com.

AGENTES DE DEGRADACIÓN

- Alteración del suelo en su proceso de impermeabilización en el momento de construir el vertedero.
- Vertido continuado de basura procedente de toda el área metropolitana de Barcelona durante 32 años llegando a contarse un total de 26.805.857 toneladas.



Figura 2. Acumulación de basuras en un vertedero. Imagen de Prylarer extraída de pixabay.com

OBJETIVOS DE LA RESTAURACIÓN

- Cerrar y sellar completamente el vertedero.
- Tratar los residuos procedentes del vertedero como los lixiviados y el biogás para su aprovechamiento energético y reducir el impacto ambiental.
- Recuperar la vegetación e integrar el valle en el Parque Natural del Garraf.

PLANIFICACIÓN

La gestión de los residuos del Área Metropolitana de Barcelona siempre ha sido una tarea difícil debido a la gran magnitud de basuras generadas, que a lo largo de los años ha ido aumentando y variando en proporción. Al mismo tiempo, se intentan tomar medidas para que esta gestión cada vez sea más sostenible. Esto, junto con las protestas de colectivos ciudadanos, colegios profesionales y sectores académicos hace que, con el tiempo, la Entidad del Medio Ambiente se comprometa a cerrar el vertedero, cosa que consigue de manera efectiva en 2006.

Infraestructura. En 1997 se construye una planta de tratamiento de lixiviados, que empieza a funcionar en 1999 y se abren 70 pozos de extracción de biogás (constituido principalmente por CO₂ y CH₄). El agua transportada a través de 7 km de tuberías hasta la red de saneamiento del municipio de Gavà, ahorrando el transporte de los lixiviados mediante camiones cisterna hasta plantas de tratamiento externas. Por otra parte, el biogás obtenido de los pozos, que han aumentado hasta 360 es utilizado para generar energía eléctrica mediante 12 motores de cogeneración de 1.000 MV. El aprovechamiento de estos gases, especialmente el del metano evita su emisión y por lo tanto su impacto como gas de efecto invernadero. Desde 2003 hasta 2015 se generaron gracias a las extracciones de biogás 683.073.447 kW/h.

Cierre y sellado del depósito. Los residuos aprovechables se recogieron para tratarlos de manera pertinente para su aprovechamiento. Tras varias pruebas piloto se decidió disponer en fardos aquellos no aprovechables, embalándolos a alta presión en plástico para minimizar los procesos de fermentación evitando malos olores, lixiviados y biogás. A pesar de ello, los fardos se colocaron en espacios impermeabilizados para proteger las aguas subterráneas. También se instalaron sistemas de control y captación de lixiviados para reducir los riesgos.

Modificación del terreno. El suelo se dispuso imitando antiguas terrazas de cultivo, conectadas por caminos de servicio (en los cuales se plantaron especies autóctonas). Estas terrazas le dan al terreno una estabilidad que facilita el sellado del depósito, integran el valle con el paisaje del Garraf, facilitan la revegetación y reducen la velocidad del agua, disminuyendo los efectos de la erosión. Con este proceso se separaron e impermeabilizaron las capas de suelo que contenían los residuos, evitando el contacto con aquellas destinadas sustentar la vegetación y de las aguas de lluvia evitando así su contaminación.

Plantación de especies autóctonas. Las plantaciones se llevaron a cabo para integrar el vertedero en el paisaje del Massís del Garraf y favorecer la sucesión ecológica. La selección de especies ha tenido en cuenta la adaptabilidad a las condiciones ambientales de la zona, la capacidad de fijar nitrógeno y la de favorecer la maduración del terreno y fijación del suelo.

Las especies se distribuyeron de manera diferente según la zona:

Caminos y zonas de acceso:

Pinus halepensis: 1.050 ind.

Quercus ilex: 550 ind.

Taludes:

Pistacea lentiscus, Quercus coccifera, Rhamnus alaternus, Olea europaea, Smilax aspera, Rosa canina, Clematis flammula, Rhamnus lycioides, Thymus vulgaris, Rosmarinus officinalis, Lonicera implexa, Coriaria myrtifolia, Rubus ulmifolius, Hedera hélix, Viburnum tinus: 99.700 ind.

Terrazas:

Dorycnium hirsutum, Coronilla valentina, Dorycnium pentaphyllum, Vicia cracca: 71.139 ind. Medicago sativa, Vicia sativa, Trifolium repens, Medicago lupulina, Lotus corniculatus: 1.766 kg de semillas sembradas.

Zonas intersticiales:

Brachypodium phoenicoides, Brachypodium retusum, Ampelodesmos mauritanica, Aphyllantes monspeliensis, Carex hellenaria, Rubus ulmifolius: 4.297 kg de hidrosiembra.

Muros verdes:

Lonicera implexa, Hedera helix, Clematis flammula 26.400 ind.

COSTE, FINANCIACIÓN Y PARTICIPANTES

El presupuesto destinado es de 27.700.000€ que fue financiado por la Unión Europea, por el Ayuntamiento de Barcelona, la Diputación de Barcelona, la Mancomunidad de Municipios del Área Metropolitana de Barcelona, el Ministerio de Hacienda, la Agencia de Residuos de Cataluña y la EEA-EFTA (*European Economic Area – European Free Trade Association*).

FUENTES DE INFORMACIÓN EMPLEADAS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTA GUÍA E INFORMACIÓN ADICIONAL

Manual de gestión y restauración del vertedero de la Vall d'en Joan:

Entitat del Medi Ambient de l'Àrea Metropolitana de Barcelona (2007) El dipòsit controlat de la Vall d'en Joan. Tres dècades de gestió dels residus municipals a l'àrea metropolitana de Barcelona 1974-2006. Pp. 164.

- Información sobre el Massís del Garraf:

<https://parcs.diba.cat/web/garraf>

RESTAURACIÓN DEL RÍO GAIÀ EN LA ALAMEDA DE SANTES CREUS**INFORMACIÓN GENERAL**

Alameda de Santes Creus. España. Cataluña. Provincia de Tarragona. Alt Camp.

Inicio del proyecto: 2010.

Área: 4,52 ha.

Mapa:

https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=18Pr9TIRiM_FMRGwlw_B7Sl1qgZRJQyrw&ll=40.35600326993913%2C0.8502262499999915&z=8

Esta zona está calificada por el Plan de Espacios Naturales de Cataluña (PEIN) como conjunto paisajístico y botánico singular. También posee las categorías de Lugar de Interés Comunitario (LIC) y Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA). El proyecto está incluido en los programas de protección de la biodiversidad de la Unión Europea mediante la Red Natura 2000 (Riu Gaià – Albereda de Santes Creus).



Figura 1. Vistas del monasterio de Santes Creus en conjunto con la alameda. Foto de María Rosa Ferre, obtenida de commons.wikimedia.org.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

La Alameda de Santes Creus es una alameda situada en el tramo medio del río Gaià, que se encuentra cerca del monasterio cisterciense de Santa María de Santes Creus. Este monasterio se empezó a construir en el siglo XII y ejerció muchísima influencia en la Corona de Aragón. De hecho, en el monasterio se encuentran los restos de Pedro III de Aragón, Jaime II de Aragón y su esposa Blanca de Anjou. El monasterio mantuvo una actividad cultural muy intensa entre los siglos XVI y XVII y en su biblioteca se almacenaron numerosos manuscritos. La arquitectura es de estilo románico, pero el claustro del monasterio presenta las primeras muestras de estilo gótico de la Corona de Aragón. Esto confiere al monasterio gran valor histórico, artístico y cultural al que se le suma el valor religioso personal que se le puede dar. Esto convierte el monasterio en una gran atracción turística, que junto con otros dos monasterios forman la denominada Ruta del Cister, una ruta turística de 105 km en las que la gastronomía, el ámbito rural, la naturaleza y los monasterios son las principales atracciones.

El monasterio está integrado con el paisaje que ofrece Santes Creus (Fig. 1), un pequeño pueblo desarrollado entorno al monasterio y que conserva antiguas construcciones más allá del mismo, como un puente de piedra de estilo gótico construido en 1549 o un antiguo molino situado a las orillas del río Gaià, donde se encuentra una alameda, muy conocida por ser parte del paisaje típico de Santes Creus. Esta alameda es un ejemplo de bosque de ribera, un ecosistema que se está perdiendo debido a la presión antrópica. El entorno de la alameda está definido por las dinámicas del río Gaià. Esta, a su vez, se ha visto influida por la acción del ser humano. Tradicionalmente las orillas del Gaià se han empleado para la agricultura. Para ganar tierras de cultivo se inició un proceso de deforestación aguas arriba que aumentó la erosión y el transporte de sedimentos. El resultado fue la formación de un meandro, con un depósito de sedimentos sin vegetación, a la altura de la alameda de Santes Creus, formando parte del paisaje típico de este pueblo (Fig. 2). La erosión y deposición de sedimentos también han sido determinantes en la morfología de las terrazas fluviales que conforman las orillas del río. Estas terrazas son importantes para el ecosistema fluvial ya que determinan el tipo de vegetación según el tipo de sedimentos y el grado de inundación que sufre cada terraza.

Con el tiempo, el abandono de la agricultura y el crecimiento de la vegetación revierten este proceso, disminuyendo la erosión. A esto se le suma la construcción de dos escolleras en 1993 y 1994 en la zona de la alameda que constreñían el cauce del Gaià y lo separaban de las terrazas, produciéndose un aislamiento entre los dos ambientes. En 2001, con la construcción de una depuradora (que más tarde fue abandonada), se excavaron 3 depósitos en el meandro. Estos tres fenómenos alteraron el río de tal manera que el meandro acabó desapareciendo, sustituido por un tramo más rectilíneo y la vegetación de las terrazas sufrió las consecuencias, disminuyendo o viéndose alterada significativamente. En algunos puntos las propias terrazas se vieron dañadas.



Figura 2. Vista aérea del meandro del río Gaià a su paso por Santes Creus. Imagen tomada desde Google Maps.

El clima de la Alameda de Santes Creus es mediterráneo (Tabla 1).

Tabla 1. Variaciones de temperatura, precipitación e insolación registradas en el observatorio de Vila-Rodona en 2018 (la estación más próxima a Santes Creus). T[°]M = Temperatura media (C°), T[°]MM = Temperatura máxima media (C°), T[°]mM = Temperatura mínima media (C°), PMM = Precipitación mensual media (mm), ISDM = Irradiación solar diaria media (MJ/m²), DS = Días soleados durante ese mes.

Mes	T [°] M	T [°] MM	T [°] mM	PMM	ISDM	DS
Enero	8,2	12,8	4,4	21,9	7,8	10,9
Febrero	8,3	13,6	3,9	22,5	10,9	10,6
Marzo	10,4	16,5	5,6	48,1	15,7	13,3
Abril	13,1	19,3	8,0	64,7	19,7	11,5
Mayo	16,4	22,9	10,9	49,3	23,4	14,3
Junio	20,4	26,9	14,6	26,2	25,9	16,0
Julio	23,2	29,5	17,6	20,3	25,6	16,5
Agosto	23,2	29,6	18,0	27,5	21,7	12,4
Septiembre	20,0	26,3	15,2	47,7	16,4	7,6
Octubre	16,4	22,3	11,9	69,8	12,1	9,9
Noviembre	11,4	16,3	7,6	65,6	8,4	9,4
Diciembre	8,4	13,1	4,7	24,4	7,0	11,1

CONTEXTO ECOLÓGICO

El ecosistema de referencia tomado para la restauración es el propio tramo del río antes de ser perturbado. La información acerca de este estado se obtuvo a partir de publicaciones anteriores a la degradación y de material fotográfico de los siglos XIX y XX.

El Gaià es un río mediterráneo típico, en el cual se pueden apreciar fuertes crecidas con periodos largos de caudal escaso. El ecosistema fluvial es muy dinámico. Está formado por varios ambientes acuáticos, terrestres y de transición, que varían junto con las dinámicas fluviales como los cambios de caudal de erosión o de transporte y acumulación de sedimentos. Esta variedad de ambientes repercute en la biodiversidad, que será elevada debido a la presencia de especies de dos tipos de ambientes diferentes. Las variaciones en el ecosistema fluvial suelen venir con la distancia al río (debido a la disminución progresiva de la humedad y a la inundabilidad de las distintas zonas). Cada ecosistema fluvial es diferente, incluso dentro de ríos con características parecidas, pero dentro de los ríos mediterráneos se pueden destacar algunas características de la vegetación según la zona:

- Vegetación sumergida. Es aquella que se encuentra en el propio río, por lo que siempre están inundadas. Estas especies están muy especializadas a este ambiente, por lo que suelen presentar adaptaciones similares.
- Vegetación inundada. Está en la orilla del río. Está formada por especies que soportan el encharcamiento ya sea temporal o permanente. Algunas de estas especies son *Juncus spp.*, *Phragmites australis* y *Apium nodiflorum*.
- Vegetación inundable. Está formada por especies que pueden soportar periodos de inundación siempre que no sean largos. Suelen encontrarse un poco más alejadas de la orilla. Algunas de estas son *Equisetum arvense*, *Juncus spp.* y *Carex spp.*
- Vegetación arbórea o arbustiva. Se encuentra en la zona que no es inundable, más alejada del río. El descenso de la humedad permite que se desarrollen arbustos o árboles, normalmente de gran tamaño, ya que la cercanía al río hace que el agua no suponga un factor limitante a la hora de desarrollarse. Destacan especies como *Ulmus minor*, *Populus alba*, *Celtis australis*, *Populus nigra*, *Fraxinus ornus* o *Quercus faginea*.

Esta vegetación arbórea, si se desarrolla, acaba formando bosques de ribera, los cuales son cada vez más escasos debido a la presión antrópica. Estos bosques de ribera son variados. Pueden formar alamedas como la de Santes Creus. La alameda, junto con el monasterio, son una seña de identidad para la provincia de Tarragona. La proporción en la composición de la comunidad arbórea desde 1846 (inventarios más antiguos) hasta la actualidad ha variado de forma notable.

Otra característica del tramo del Gaià perteneciente a Santes Creus es la presencia de un gran meandro con una actividad de erosión y sedimentación dinámica, por lo que la morfología de este es variable. Debido a estos movimientos de sedimentos, no hay prácticamente crecimiento de la vegetación en el meandro por falta de un sustrato fijo.

AGENTES DE DEGRADACIÓN

- Disminución de los procesos de erosión y sedimentación por el crecimiento de la cubierta vegetal aguas arriba tras el abandono de los campos de cultivo.
- Encajonamiento del cauce y aislamiento de los microambientes del ecosistema fluvial por la construcción de 671 m de escolleras en la orilla.
- Alteración de la morfología del río y su curso por la excavación en el meandro debido a la depuradora.

OBJETIVOS DE LA RESTAURACIÓN

- Recuperar la morfología fluvial original (el meandro).
- Recuperar las dinámicas y procesos naturales que permiten al río modelar el paisaje y mantener el ecosistema fluvial.
- Mejorar los hábitats propios de la ribera, tanto acuáticas como terrestres.
- Restaurar la vegetación autóctona propia del río.

PLANIFICACIÓN

1. Eliminación de las escolleras.
2. Corrección del relieve fluvial.
 - a. Cálculo del régimen natural del río mediante programas informáticos.
 - b. Cálculo de la morfología natural del río.
 - c. Modificación de la morfología fluvial.
 - i. Reconstrucción del lecho fluvial.
 - ii. Corrección de la pendiente.
 - iii. Reconstrucción de las terrazas fluviales.
 - iv. Redistribución de los sedimentos.
3. Mejora y restauración de los hábitats.
 - a. Eliminación de especies exóticas y especies oportunistas con poblaciones muy elevadas.
4. Adecuación para el uso público.
 - a. Restricción temporal a la alameda para dejar que se regenere.
 - b. Señalización y puesta de carteles informativos.
 - c. Reapertura al público.

En este proyecto se ha seguido un principio de mínima intervención. La finalidad de esto es permitir que la restauración se consiga mediante los procesos naturales propios del ecosistema. Es por esto que las intervenciones en el ecosistema han sido mínimas. Ejemplos de ello son el hecho de que no se haya llevado a cabo ninguna reforestación y que la reconstrucción de la morfología fluvial se ha hecho de tal manera que no quede fijada, permitiendo que el río la vaya modificando de manera natural.

COSTE, FINANCIACIÓN Y PARTICIPANTES

El coste total del proyecto fue de 435.505€. El principal impulsor de este proyecto fue la Diputación de Tarragona mediante la Unidad de Medio Ambiente, Salud Pública y Territorio del Servicio de Asistencia Municipal.

FUENTES DE INFORMACIÓN EMPLEADAS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTA GUÍA E INFORMACIÓN ADICIONAL

Pérez, G., Manzano Serra, M., Sans Baeza, G., Butillé Massagué, M., Pedrocchi Rius, C. (2011) Restauración ecológica del entorno fluvial del monasterio cisterciense de Santes Creus (río Gaià, Tarragona): La recuperación morfo-funcional de meandros confinados bajo el principio de mínima intervención. *I Congreso Ibérico de Restauración Fluvial RESTAURARÍOS*. León, 18-20 de Octubre de 2011.
https://www.mnconsultors.com/pubs_files/201491865222011_Acta_Congreso_RESTAURARIO_S_Santes_Creus.pdf

Guía práctica de voluntariado ambiental – Conservación de ríos.
https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Publicaciones_Di

[vulgacion Y Noticias/Documentos Tecnicos/Guia andarrios/01-guia%20andarrios %20resolucion.pdf](#)

- Información sobre el monasterio de Santes Creus
<http://patrimoni.gencat.cat/ca/coleccio/reial-monestir-de-santes-creus>
<http://www.dipta.cat/es/albereda-de-santes-creus>

RESTAURACIÓN DE LA CANTERA DEL PUIG D'OLORDA EN LA SIERRA DE COLLSEROLA

INFORMACIÓN GENERAL

Puig d'Olorda. España. Cataluña. Provincia de Barcelona. Barcelonès.

Inicio del proyecto: 1996

Área: 1 ha.

Mapa:

https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=18Pr9TIRiM_FMRGwlw_B7Sl1ggZRJQyrw&ll=40.35600326993913%2C0.8502262499999915&z=8

Parte del Puig d'Olorda se encuentra dentro del Parque Natural de Collserola, que forma parte del Plan de Espacios de Interés Natural de Cataluña (PEIN). El parque forma parte de la Red Natura 2000 desde el año 1992.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

La Sierra de Collserola se encuentra a espaldas de la Ciudad de Barcelona. Debido a su cercanía, este conjunto montañoso ha sido siempre usado como lugar de ocio por los habitantes de la ciudad. De hecho, en su cima más alta, el Tibidabo, se encuentran hasta un parque de atracciones y una basílica. En el resto del Parque Natural podemos encontrar numerosos restos arqueológicos, castillos, iglesias y masías (viviendas familiares de ámbito rural, dedicadas a la explotación agrícola o ganadera).

En la Sierra de Collserola también encontramos gran diversidad geológica, con zonas formadas por rocas metamórficas, rocas carbonatadas y también, pero en menor cantidad, ígneas y sedimentarias. Además, en la sierra se encuentran afloramientos de minerales escasos y curiosos como la malaquita y la azurita (Fig. 1 y 2). En la Sierra también podemos encontrar diversos restos fósiles.



Figuras 1 y 2. Malaquita y azurita. Segunda imagen de Robert M. Lavinsky. Obtenidas de pixabay.com y commons.wikimedia.com respectivamente.

Esta variedad de materiales es el motivo por el cual se encuentra un número tan elevado de explotaciones mineras en Collserola. En el mismo Puig d'Olorda, una montaña de 450 m de altura, se encontraban dos explotaciones mineras. Una subterránea, de pizarra, y otra a cielo abierto, de caliza. La primera fue cerrada debido a que era una mina inestable. La

segunda, conocida como “la Sansón”, quedó en desuso en los años 90, después de haber sido explotada desde 1921. La empresa explotadora extraía la caliza y, mediante una cinta transportadora bajaba los materiales hasta una fábrica situada bajo la montaña para la fabricación de cemento (Figura 3). La fábrica estuvo en funcionamiento hasta el año 2014. En los años 50, época de mayor explotación de esta mina, se instaló una colonia de trabajadores, que habitaban en la propia zona minera. Esta explotación minera tan intensa ha supuesto una amenaza para el patrimonio ideológico y paleontológico de la zona, por lo que se tomó la decisión de restaurar la mina de caliza del Puig d’Olorda, respetando la geomorfología e incluir la zona en un itinerario geológico con fines educativos. Este itinerario hace un recorrido por la sierra, visitando los puntos de interés geológico y paleontológico, ofreciendo una actividad de turismo y educación al aire libre.

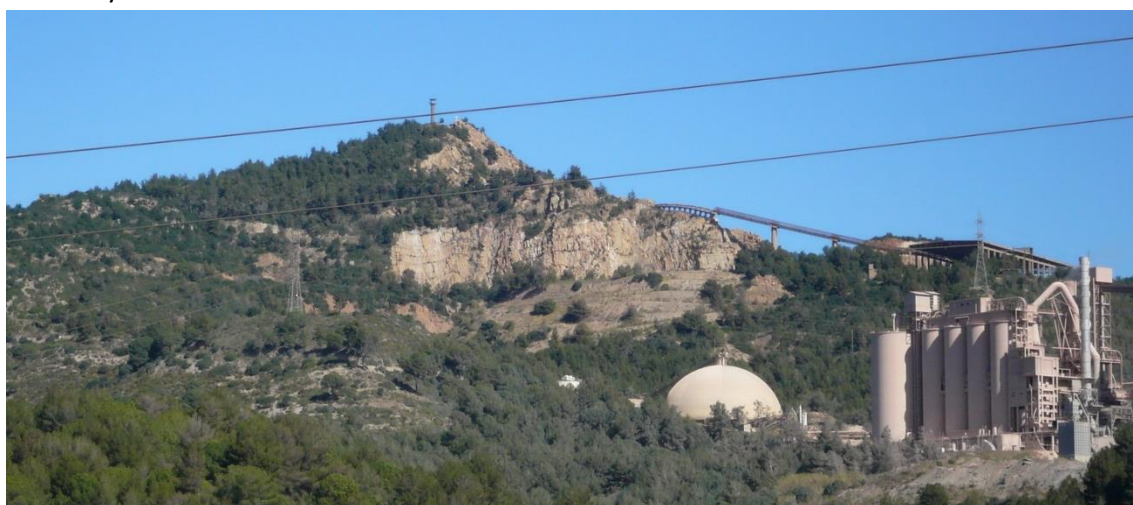


Figura 3. Explotación minera en el Puig d’Olorda, cinta transportadora y fábrica de cemento. Imagen de Pere López, obtenida de commons.wikimedia.com.

El clima del Puig d’Olorda es mediterráneo (Tabla 1).

Tabla 1. Variaciones de temperatura, precipitación e insolación registradas en el observatorio de Barcelona - El Raval en 2018 (la estación más próxima al Puig d’Olorda). T^ºM = Temperatura media (Cº), T^ºaMM = Temperatura máxima media (Cº), T^ºmM = Temperatura mínima media (Cº), PMM = Precipitación mensual media (mm), ISDM = Irradiación solar diaria media (MJ/m²), DS = Días soleados durante ese mes.

Mes	T ^º M	T ^º MM	T ^º mM	PMM	ISDM	DS
Enero	11,4	15,0	8,6	30,3	7,5	8,9
Febrero	11,5	15,2	8,5	35,3	10,7	10,0
Marzo	13,3	17,1	10,2	65,0	15,3	12,8
Abril	15,9	19,5	13,0	52,7	18,6	11,0
Mayo	18,8	22,6	15,7	55,4	22,9	12,4
Junio	22,9	26,5	19,8	27,2	25,3	15,0
Julio	25,4	28,8	22,7	39,3	24,8	14,4
Agosto	25,7	29,0	23,0	25,9	21,6	9,4
Septiembre	23,1	26,2	20,3	58,3	16,4	6,9
Octubre	19,5	22,8	16,8	83,7	11,6	7,0
Noviembre	14,9	18,4	12,0	60,7	8,2	8,6
Diciembre	12,0	15,4	9,2	25,4	6,8	9,9

CONTEXTO ECOLÓGICO

El ecosistema de referencia es un ecosistema mediterráneo típico en la zona en general. También se crea una laguna artificial cuyo modelo es la composición vegetal característica de las lagunas de alrededor. Para el talud dejado por la explotación, se toma como ecosistema de referencia un roquedo de clima mediterráneo.

En la Sierra de Collserola se pueden encontrar una gran variedad de ambientes típicos del mediterráneo. Predomina el bosque, tanto de pinos como de encinas, pero también hay zonas de bosque de ribera y de matorral. En total se han identificado más de cien especies vegetales en el parque. Algunas de las especies arbóreas son *Arbutus unedo*, *Pinus pinea*, *Pinus halepensis*, *Quercus ilex*, *Quercus cerrioides* y algunos ejemplares de *Ulmus minor*, *Populus alba* y *Ficus carica*. En cuanto a matorral y herbáceas podemos encontrar *Pistacia lentiscus*, *Juniperus oxycedrus*, *Viburnum tinus*, *Rosmarinus officinalis*, *Lavandula stoechas*, *Cistus spp.*, *Vicia spp.*, *Papaver rhoeas* y *Foeniculum vulgare*.

En cuanto a la fauna, se han llegado a registrar 255 especies en el parque. Algunas especies de aves que se pueden encontrar son *Aquila chrysaetos*, *Accipiter nisus*, *Circus aeruginosus*, *Buteo buteo*, *Falco tinnunculus*, *Falco subbuteo*, *Anas platyrhynchos*, *Ardea cinerea*, *Phasianus colchicus*, *Gallinula chloropus*, *Streptopelia turtur*, *Bubo bubo*, entre muchas otras.

Hay una gran variedad de mamíferos de pequeño y mediano tamaño. Algunas especies son *Crocidura russula*, *Suncus etruscus*, *Erinaceus europaeus*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Eptesicus serotinus*, *Pipistrellus spp.*, *Oryctolagus cuniculus*, *Meles meles*, *Vulpes vulpes*. Por lo que respecta a mamíferos más grandes, encontramos a *Sus scrofa*.

La comunidad de reptiles y anfibios es más reducida, pero también tiene representantes como *Testudo hermanni*, *Mauremys leprosa*, *Tarentola mauritanica*, *Podarcis liolepis*, *Psammodromus algirus*, *Natrix natrix*, *Vipera latastei*, *Salamandra salamandra*, *Pelodytes punctatus*, *Pelophylax perezi*, *Hyla meridionalis* y *Bufo spinosus*.

AGENTES DE DEGRADACIÓN

El principal agente de degradación es la explotación minera, que mediante la extracción de rocas y movimientos de tierra ha reducido la superficie vegetal de la zona, generado un gran impacto paisajístico y ha puesto en riesgo el patrimonio geológico y paleontológico del Puig d'Olorda.

OBJETIVOS DE LA RESTAURACIÓN

Los principales objetivos de la restauración fueron los siguientes:

- Reducción del impacto paisajístico de la explotación minera
- Recuperar la vegetación propia del Puig d'Olorda y las dinámicas y servicios ecosistémicos

PLANIFICACIÓN

Recuperación de la geomorfología. Se modificó el terreno, creando un paisaje en terraza. Estas se crearon a contrapendiente para retener el agua y facilitar el crecimiento vegetal. El terreno se modificó creando zonas con mayor retención de agua, pendientes con diferente orientación o zonas de diferente compactación del suelo. El motivo fue crear diferentes ambientes para que se instalase una mayor diversidad de especies vegetales.

Se usaron bloques de piedra, provenientes de la explotación, para facilitar la colonización vegetal. Por un lado, ofrecen zonas de sobra y retención de agua. Por el otro, son

una superficie donde se posan las aves, que al defecar traen semillas a la zona restaurada. Los bloques se dispusieron sobre todo en los márgenes de las terrazas.

Creación de una balsa. En una zona deprimida, se dispuso un geotextil: una tela de material resistente e impermeable. Este geotextil sirvió para retener agua en la zona deprimida, formando una laguna. Esta laguna sirvió para atraer a las aves y especies vegetales palustres como *Phragmites australis*. El geotextil presentaba el peligro de impedir salir de la laguna a los animales o personas en caso de accidente. Por eso se cubrió con una red de yute para solucionar el problema.

Reforestación. Se plantó *Pinus halepensis* a bajas densidades. Se permitió que la vegetación surgiese de manera natural gracias a las modificaciones del terreno que se realizaron. De todas las especies que han aparecido, las que más destacan son *Pistacia lentiscus*, *Rubia peregrina* y *Rhamnus alaternus*. En la balsa aparecieron más especies acuáticas. En las terrazas, debido a la acumulación de agua por el contrapendiente y la sombra de las paredes del talud, ha aparecido *Populus nigra*.

COSTE, FINANCIACIÓN Y PARTICIPANTES

Los principales implicados en la restauración fueron la empresa, poseedora del terreno restaurado y el Parque Natural de la Sierra de Collserola. No se tienen datos acerca del coste del proyecto.

FUENTES DE INFORMACIÓN EMPLEADAS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTA GUÍA E INFORMACIÓN ADICIONAL

SGE-AEPECT (2014). Itinerari geològic per Santa Creu d'Olorda, passejant per una vella Serralada. Geolodía 14. <https://geolodia.es/geolodia-2014/barcelona-2014/>.

Información acerca del Parque Natural de la Sierra de Collserola:

www.parcnaturalcollserola.cat

Datos meteorológicos:

<http://www.meteo.cat>

5.2. Mapa interactivo

El mapa interactivo, incluido a modo de enlace en las fichas contiene dos capas. Una de ellas agrupa la localización de cada una de las visitas, con una breve descripción de ellas y una imagen (Fig. 3 y 4). La otra incluye la superficie aproximada que ha sido restaurada (Fig. 5).



Figuras 3 y 4. Tancat de la Pipa y Devesa del Saler localizados en el mapa interactivo (Google My Maps, 2019) y descripción e imagen de la visita al Tancat de la Pipa (Google My Maps, 2019).

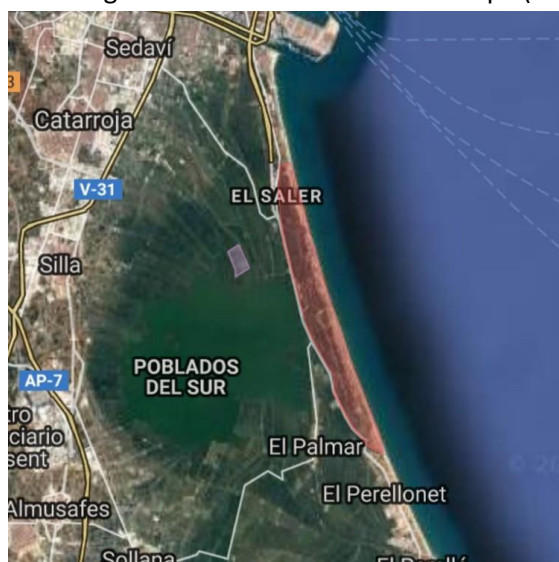


Figura 5. Áreas restauradas en el Tancat de la Pipa (morado) y la Devesa del Saler (Rojo) localizados en el mapa interactivo (Google My Maps, 2019).

6. DISCUSIÓN

Las fichas y el mapa se han creado con la intención de ser aplicadas durante las visitas a los proyectos. Ya que todavía no se han podido probar en los alumnos, no se puede hacer una reflexión muy extensa de su efectividad. Aun así, sí se puede realizar una discusión sobre herramientas que pueden mejorar la efectividad de las fichas, el mapa y el aprendizaje de los alumnos.

6.1. Fichas explicativas

Colaboración con los alumnos: de la transferencia de conocimiento al intercambio de conocimiento

La realización de las fichas es una mera transferencia de conocimiento en la que este es codificado a los alumnos para que sea más accesible y aplicable. Convertir esta actividad de transferencia en intercambio de conocimiento puede mejorar los resultados. Esto ofrece la

posibilidad de que los alumnos transmitan sus opiniones al profesorado y este reajuste el contenido de las fichas, añadiendo o quitando información e incluyendo nuevas herramientas educativas para facilitar el aprendizaje a los alumnos. Este *feedback* puede realizarse mediante cuestionarios que, por un lado, permitan a los profesores obtener el tipo de información deseada y por otro, permitan a los alumnos expresar las dificultades que puedan tener a la hora de aprender mediante las fichas explicativas y qué les facilitaría el aprendizaje (Alterio Ariola y Pérez Loyo, 2004).

Aprendizaje participativo

Las fichas son sólo una herramienta empleada con el fin de mejorar el proceso de aprendizaje. Si los métodos de aprendizaje no son los adecuados, las fichas no serán de gran utilidad. En el caso contrario, las mejoras en los métodos de aprendizaje harán que el uso de estas fichas dé buenos resultados. Un modelo de educación que implique más a los alumnos, mediante la participación aumenta la motivación de estos a la hora de aprender, mejorando los resultados académicos (Bernal Guerrero, 1995). Para ello se propone relaciones más cercanas entre el profesorado y los alumnos, donde estos pasen de ser unos meros espectadores a ser una parte importante del proceso de aprendizaje (Alterio Ariola y Pérez Loyo, 2004). La realización de actividades durante las visitas también aumenta la participación de los alumnos. Además, estas actividades pueden contribuir también a la implicación de los alumnos en el intercambio de conocimiento, como puede ser su participación ampliando la información incluida en las fichas explicativas.

Ampliación de la información

Las fichas contienen conocimiento sobre cómo se ha realizado la restauración y el contexto en el que se ha realizado el proyecto. Esta información no es suficiente en el ámbito de la restauración ecológica. Se ha comentado anteriormente que los proyectos están condicionados por la legislación y la acción política. En un proyecto hay diferentes grupos de participantes. La coordinación entre estos suele determinar la eficiencia del proyecto (Mohr y Metcalf, 2018). Además de los participantes, también suelen haber diversos grupos implicados en los proyectos que tienen diferentes intereses. Estos hechos condicionan el desarrollo del proyecto. Para abordar estos problemas, se siguen diferentes estrategias a la hora de desarrollar el proyecto. Es importante que los alumnos las conozcan, para tener una visión global de todo lo que implica el ámbito de la restauración ecológica y para que aprendan de estas y las tengan en cuenta en el futuro si se convierten en profesionales de la restauración ecológica. Información para ampliar:

Bienes y servicios ecosistémicos: Actualmente no existen documentos acerca de los proyectos visitados que traten este tema de manera específica. Sería necesario crear un listado, por parte del profesorado, del personal del proyecto, o incluso los propios alumnos, de los bienes y servicios ecosistémicos obtenidos tras la restauración. Si es posible, incluir también una evaluación monetaria de estos, para mostrar a los visitantes que la obtención de los bienes y servicios ecosistémicos tiene un papel importante en la economía. La evaluación monetaria de los servicios ecosistémicos también tiene un papel importante a la hora de tomar decisiones políticas ya que estas muchas veces están influenciadas por el beneficio económico (Constanza et al., 1997).

Grupos de participantes y sectores implicados: Por los motivos expuestos anteriormente, sería interesante dedicar un apartado relativo a los diferentes grupos de participantes en el proyecto, sus tareas y funciones y las medidas que se tomaron para

coordinarlos y evitar problemas por falta de comunicación. En este apartado también se incluirían aquellos grupos que se han visto implicados en el proyecto ya sea porque los beneficia, los perjudica y como se han resuelto los conflictos de intereses que presentan estos grupos.

Monitoreo

Cuando se lleva a cabo una restauración, es necesario realizar un monitoreo para ver si se han alcanzado los objetivos y si el ecosistema restaurado es capaz de mantenerse sin intervenciones posteriores. El monitoreo también muestran si la inversión económica y el esfuerzo puestos en el proyecto dan resultados positivos (Evans et al., 2018). Existe la posibilidad de incluir en las fichas información de cómo se ha realizado el monitoreo en los diferentes proyectos visitados y si en alguno se han obtenido resultados negativos y las medidas tomadas tras estos resultados. Este tipo de información a permite a los alumnos conocer acerca de una actividad de gran importancia en los proyectos de restauración que no siempre se tiene en cuenta (Druschke y Hychka, 2015).

Otras herramientas: Las fichas explicativas son flexibles, al igual que se le pueden añadir nuevos apartados, también se pueden añadir nuevas herramientas, por ejemplo, en forma de enlaces a aplicaciones que ofrezcan ventajas didácticas. Un ejemplo de esto son videos explicativos. Pueden ser añadidos en forma de enlace a YouTube o cualquier otra plataforma de videos. Los videos pueden contener todo tipo de información, desde información de la zona y el proyecto hasta explicaciones de técnicas empleadas en la restauración que se está visitando.

Ya que las fichas explicativas siguen un guion común, se pueden realizar más fichas de otros proyectos, siempre y cuando se disponga información sobre estos. Esto permite a los profesores incluir más proyectos de restauración en el itinerario de la salida.

Evaluación

La creación de estas fichas persigue el objetivo de mejorar el proceso educativo en los estudiantes universitarios y mejorar el entendimiento de los proyectos piloto por parte de estos o de posibles visitantes. En el primer caso, es más fácil evaluar la eficacia de las fichas. Mejoras en el resultado académico con respecto a cursos anteriores, tras el uso de las fichas, puede ser un indicador de que estas mejoran el proceso educativo. Esto no quiere decir que el uso de las fichas sea el único motivo. Los resultados académicos pueden variar cada año por muchos otros factores. Conjuntamente a la comparación de los resultados académicos, puede usarse un cuestionario, en estudiantes que han usado las fichas y otros que no, para ver si los primeros tienen más facilidad a la hora de aprender.

6.2. Mapa interactivo

Ampliación de la información

Al igual que las fichas, el mapa interactivo también puede ser modificado, ampliando la información sobre los proyectos. Por ejemplo, se pueden crear capas diferentes para agrupar los proyectos, atendiendo a criterios diferentes. Algunos de estos criterios pueden ser tipo de clima, tipo de suelo o el tipo de restauración, por lo que los alumnos podrían seleccionar solo aquellos proyectos de restauración de canteras para compararlos o ver las diferencias que se dan a la hora de restaurar ecosistemas mediterráneos semiáridos y mediterráneos húmedos. También se puede ampliar la información que se incluye en los mapas, como el coste del proyecto, la duración de éste u otros datos, si se considera necesario.

Inconvenientes

El principal inconveniente del mapa interactivo es la necesidad de acceso a internet. La mayoría de visitas incluidas en el mapa se encuentran cerca de poblaciones, por lo que el

acceso a internet no debería ser un problema. En aquellas que se encuentran más alejadas (Vall d'en Joan, en medio del Macizo del Garraf y el Puig d'Olorda en mitad de la Sierra de Collserola), es posible que algunos visitantes no puedan acceder a internet y usar el mapa.

7. CONCLUSIÓN

Se han creado fichas explicativas sobre diferentes proyectos piloto. Se ha usado un modelo, adaptable a cualquier proyecto de restauración. Este modelo, principalmente enfocado a estudiantes de Universidad, sintetiza y adapta la información a sus necesidades de aprendizaje y a los objetivos de la asignatura Gestión y Restauración de Ecosistemas. Para la creación de este modelo se han seguido los principios de la transferencia de conocimiento: la codificación y el uso de herramientas materiales. A estas fichas se les ha añadido un mapa interactivo como herramienta complementaria, para poder situar los proyectos, representar de manera visual la superficie restaurada y entender mejor el contexto en el que se encuentran los ecosistemas. Por desgracia, las fichas y el mapa aún no se han usado, por lo que su eficacia no se ha podido demostrar. Esta deberá ser evaluada tras ser usada por los estudiantes de dicha asignatura.

Este es uno de los primeros pasos de la aplicación de la transferencia de conocimiento en restauración de ecosistemas con fines educativos en estudiantes universitarios. Estas fichas poseen potencial para ser desarrolladas por el profesorado y ser adaptadas a las necesidades de los alumnos o visitantes con el fin de mejorar el proceso educativo o la difusión de los proyectos piloto entre la ciudadanía. Las fichas se pueden usar en conjunto con otras herramientas o métodos educativos con el fin de mejorar los resultados.

CONCLUSIONS

Explanatory sheets about several pilot projects were prepared. An adaptable model to any restoration project was used. This model, primarily focused on university students, summarises and adapts the information to their learning needs and to the aims of the subject Ecosystem Management and Restoration. This model was created in accordance with the knowledge transfer principles: codification and use of material tools. An interactive map was added to these sheets as a complementary tool, to help locate the projects, to visually represent the restored area and to better understand the context where the ecosystems are located. Unfortunately, the sheets and the map have not been used yet. Therefore, its effectiveness has not been demonstrated and it must be assessed after they are used by the students enrolled in the course.

This is one of the first steps of the application of transfer knowledge in Restoration Ecology for educational purposes with university students. These sheets can be developed by the faculty and can be adapted to the needs of students or visitors to improve the learning process or the dissemination of pilot projects among the general public. These sheets can be used with other tools or teaching methods in order to improve their results.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Alterio Ariola, G. H., Pérez Loyo, H. A. (2004) Utilidad de las clases teóricas magistrales y propuesta para un aprendizaje participativo. *Educación Médica Superior* 18(2):1.
- Aradottir, A. L., Hagen, D. (2013) Ecological Restoration: Approaches and Impacts on Vegetation, Soils and Society. *Advances in Agronomy* 120:173-222.
- Aronson, J., Floret, C., Floc'h, E., Ovalle, C., Pontanier, R. (1993) Restoration and Rehabilitation of Degraded Ecosystems in Arid and Semi-Arid Lands. I. A View from the South. *Restoration Ecology* 1:8-17.
- Baker, S., Eckerberg, K., Zachrisson, A. (2014) Political science and ecological restoration. *Environmental Politics* 23(3):509-524
- Bell, S. S., Fonseca, M. S., Motten, L. B. (1997) Linking Restoration and Landscape Ecology. *Restoration Ecology* 5(4):318-323.
- Bernal Guerrero, A. (1995) La participación como propiedad de la persona. Raíces antropológicas de una educación participativa. *Revista Española de Pedagogía* 53(200):105-129.
- Borsje, B. W., van Wesenbeek, B. K., Dekker, F., Paalvast, P., Bouma, T. J., van Katwijk, M. M., de Vries, M. B. (2010) How ecological engineering can serve in coastal protection. *Ecological Engineering* 37(2011):113-122.
- Carpenter, S. R., Mooney, H. A., Agard, J., Capistrano, D., DeFries, R. S., Díaz, S., Dietz, T., Duraippah, A. K., Oteng-Yeboah, A., Pereira, H. M., Perrings, C., Reid, W. V., Sarukhan, J., Scholes, R. J., Whyte, A. (2009) Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106(5):1305-1312.
- Cash, D. W., Clark, W. C., Alcock, F., Dickson, N. M., Eckley, N., Guston, D. H., Jäger, J., Mitchell, R. B. (2003) Knowledge Systems for Sustainable Development. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100(14):8086-8091.
- CBD - Convention on Biological Biodiversity (2016) Ecosystem restoration. Report of the Subsidiary Body on Scientific, Technical, and Technological Advice on its Twentieth Meeting.
- Chazdon, R. L., Brancalion, P. H. S., Lamb, D., Laestadius, L., Calmon, M., Kumar, C. (2017) A Policy Driven Knowledge Agenda for Global Forest and Landscape Restoration. *Conservation Letters* 10(1):125-132.

- Constanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neil, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., van den Belt, M. (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253-260.
- Davis, M. A., Slobodkin, L. (2004) The Science and Values of Restoration Ecology. *Restoration Ecology* 12(1):1-3.
- Davies, H., Nutley, S., Walter, I. (2008) Why 'knowledge transfer' is misconceived for applied social research. *Journal of Health Services Research & Policy* 13(3):188-190.
- Doña, C., Chang, N., Caselles, V., Sánchez, J. M., Camacho, A., Delegido, J., Vannah, B. W. (2014) Integrated satellite data fusion and mining for monitoring lake water quality status of the Albufera de Valencia in Spain. *Journal of Environmental Management* 151(2015):416-426.
- Druschke, C. G., Hychka, K. C. (2015) Manager perspectives on communication and public engagement in ecological restoration project success. *Ecology and Society* 20(1):58.
- Eftc, ECNC, UAntwerp & CEEWEB (2017) Promotion of ecosystem restoration in the context of the EU biodiversity strategy to 2020. Report to European Commission, DG Environment.
- Evans, K., Guariguata, M. R., Brancalion, P. H. S. (2018) Participatory monitoring to connect local and global priorities for forest restoration. *Conservation Biology* 32(3):525-534.
- Fazey, I., Evely, A. C., Reed, M. S., Stringer, L. C., Kruijsen, J., White, P. C. L., Newsham, A., Jin, L., Cortazzi, M., Phillipson, J., Blackstock, K., Entwistle, N., Sheate, W., Armstrong, F., Blackmore, C., Fazey, J., Ingram, J., Gregson, J., Lowe, P., Morton, S., Trevitt, C. (2013) Knowledge exchange: A review and research agenda for environmental management. *Environmental Conservation* 40(1):19-36.
- Garavelli, A. C., Gorgoglione, M., Scozzi, B. (2002) Managing knowledge transfer by knowledge technologies. *Technovation* 22:269-279.
- Gerlak, A., Heikkila, T. (2011) Building a Theory of Learning in Collaboratives: Evidence from the Everglades Restoration Program. *Journal of Public Administration Research and Theory* 21:619-644.
- Gonzalo-Turpin, H., Couix, N., Hazard, L. (2008) Rethinking Partnerships with the Aim of Producing Knowledge with Practical Relevance: a Case Study in the Field of Ecological Restoration. *Ecology and Society* 13(2):53.

- Graham, M. A. (2007) Art, Ecology and Education: Locating Art Education in a Critical Place-based Pedagogy. *Studies in Art Education* 48(4):375-391.
- Hagen, D., Vistad, O. I., Eide, N. E., Flyen, A. C., Fangel, K. (2012) Managing visitor sites in Svalbard: from a precautionary approach towards knowledge-based management. *Polar Research* 31:18432.
- Hobbs, R. J., Norton, D. A. (1996) Towards a Conceptual Framework for Restoration Ecology. *Restoration Ecology* 4(2): 93-110.
- Ker Rault, P. A., Jeffrey, P. (2008) Deconstructing public participation in the Water Framework Directive: implementation and compliance with the letter or with the spirit of the law? *Water and Environment Journal* 22(4):24-249.
- Kitagawa, F., Lightowler, C. (2012) Knowledge exchange: A comparison of policies, strategies, and funding incentives in English and Scottish higher education. *Research Evaluation* 22(1):1-14.
- Kohlberg, L., Mayer, R. (1972) Development as the Aim of Education. *Harvard Educational Review* 42(4):449-496.
- Lammerant, J., Peters, R., Snethlage, M., Delbaere, B., Dickie, I., Whiteley, G. (2013) Implementation of 2020 EU Biodiversity Strategy: Priorities for the restoration of ecosystems and their services in the EU. Report to the European Commission. ARCADIS (cooperación con ECNC y Eftec).
- Laycock, H., Moran, D., Smart, J., Raffaelli, D., White, P. (2009) Evaluating the cost-effectiveness of conservation: The UK Biodiversity Action Plan. *Biological Conservation* 142:3120-3127.
- Lesica, P., Allendorf, F. W. (1999) Ecological Genetics and the Restoration of Plant Communities: Mix or Match? *Restoration Ecology* 7(1):42-50.
- Massa, S., Testa, S. (2009) A knowledge management approach to organizational competitive advantage: Evidence from the food sector. *European Management Journal* 27:129-144.
- McKay, J. K., Christian, C. E., Harrison, S., Rice, K. J. (2005) "How Local Is Local?"—A Review of Practical and Conceptual Issues in the Genetics of Restoration. *Restoration Ecology* 13(3):432-440.
- Millennium Ecosystem Assessment (2003) Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment. Editorial Island Press. 1ª Edición. 212 pp.

- Mohr, J. J., Metcalf, E. C. (2018) The business perspective in ecological restoration: issues and challenges. *Restoration Ecology* 26(2):381-390.
- Nel, J. L., Roux, D. J., Driver, A., Hill, L., Maherry, A. C., Snaddon, K., Petersen, C. R., Smith-Adao, L. B., Van Deventer, H., Reyers, B. (2016) Knowledge co-production and boundary work to promote implementation of conservation plans. *Conservation Biology* 30(1):176-188.
- Nunes, A., Oliveira, G., Mexia, T., Valdecantos, A., Zucca, C., Costantini, E. A.C., Abraham, E. M., Kyriazopoulos, A., Salah, A., Prasse, R., Correia, O., Milliken, S., Kotzen, B., Branquinho, C. (2016) Ecological restoration across the Mediterranean Basin as viewed by practitioners. *Science of the Total Environment* 566-567:722-732.
- Ojea, E., Martin-Ortega, J., Chiabai, A. (2010) Classifying Ecosystem Services for Economic Valuation: The case of forest water services. BC3, Working Papers.
- Olson, P., Folke, C., Hahn, T. (2004) Social-Ecological Transformation for Ecosystem Management: the Development of Adaptive Co-management of a Wetland Landscape in Southern Sweden. *Ecology and Society* 9(4):2.
- Onandia, G., Guidmov, A., Miracle, M. R., Arhonditsis, G. (2015) Towards the development of a biogeochemical model for addressing the eutrophication problems in the shallow hypertrophic lagoon of Albufera de Valencia, Spain. *Ecological Informatics* 26(2015):70-89.
- Pea, R. D. (1987) Socializing the knowledge transfer problem. *International Journal of Educational Research* 11(6):639-663.
- Perera AH, Buse LJ, Crow TR. (2006) Forest Landscape Ecology - Transferring Knowledge to Practice. Editorial Springer. 1ª Edición. 224 pp.
- Pullin, A. S., Knight, T. M. (2001) Effectiveness in Conservation Practice: Pointers from Medicine and Public Health. *Conservation Biology* 15(1): 0-54.
- Schneider, F., Fry, P., Ledermann, T., Rist, S. (2009) Social Learning Processes in Swiss Soil Protection: The 'From Farmer – To Farmer' Project. *Human Ecology* 37(4):475-489.
- Society for Ecological Restoration Science & Policy working Group. 2002. *The SER Primer on Ecological Restoration*. www.ser.org/.
- Stenis, G., Behravan, B. (2017) Teacher-Student-Relationships in Teacher Education: Exploring Three Projects of Knowledge Transfer into Action. *Psychology* 8:746-770.

- Szulanski, G. (2000) The Process of Knowledge Transfer: A Diachronic Analysis of Stickiness. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 82(1):9-27.
- Teichler, U. (2004) The changing debate on internationalization of higher education. *Higher Education* 48:5-26.
- Tsuchiya, K., Aoyagi, M., Okuro, T., Takeuchi, K. (2014) The potential of, and threat to, the transfer of ecological knowledge in urban areas: the case of community-based woodland management in Tokyo, Japan. *Ecology and Society* 19(2):25.
- Ecosystem Restoration - UICN (2019). (<https://www.iucn.org/commissions/commission-ecosystem-management/our-work/cems-thematic-groups/ecosystem-restoration>) (Consultada el 17 de Mayo de 2019).
- Vaughn, K. J., Porensky, L. M., Wilkerson, M. L., Balachowski, J., Pepper, E., Riginos, C., Young, T. P. (2010) Restoration Ecology. *Nature Education Knowledge* 3(10):66.
- Vreugdenhil, H., Ker Rault, P. (2010) Pilot Projects for Evidence-Based Policy-Making: Three Pilot Projects in the Rhine Basin. *German Policy Studies* 6 (2): 115-151.
- Vreugdenhil, H., Slinger, J., Thissen, W., Ker Rault, P. (2010) Pilot Projects in Water Management. *Ecology and Society* 15(3):13.
- Vreugdenhil, H., Frantzeskaki, N., Taljaard, S., Ker Rault, P., Slinger, J. (2011) The next step in policy transitions: Diffusion of pilot projects. Artículo presentado en el *13th Annual Conference of the International Research Society for Public Management (IRSPM XIII)* del 6 al 8 de Abril de 2009 en Copenhague, Dinamarca.
- Wardrip-Furin, N. (2004) What hypertext is. *Proceedings of the fifteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia* pp. 126-127.
- Wodzicki, K., Schwämmlein, E., Moskaliuk, J. (2012) "Actually, I Wanted to Learn": Study-related Knowledge exchange on social networking sites. *Internet and Higher Education* 15(1):9-14.